

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Control de *Peronospora variabilis* con extracto de plantas
biocidas y un fungicida químico en dos variedades de
Chenopodium quinoa Willd. Canaán 2750 msnm - Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Miquer Aybar Cordero**

Ayacucho – Perú

2020

*En primer lugar a Dios, por darme
fortaleza e inspiración en todos mis
proyectos, y así culminar mi carrera en esta
etapa de mi vida.*

*A mis padres y mi hija por su infinito
apoyo. A mis grandes maestros cuyas
palabras aún siguen enseñando con el paso
del tiempo.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por todas las enseñanzas impartidas en mi formación académica y por haberme brindado todas las facilidades para la consecución de mis objetivos trazados.

A la Facultad de Ciencias Agrarias a través de la Escuela Profesional de Agronomía que en sus aulas adquirí los conocimientos para formarme profesionalmente.

Al Dr. Rolando Bautista Gómez, asesor, por su apoyo, tiempo y paciencia durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los miembros del Jurado Ing. Walter Augusto Mateu Mateo, Ing. Guillermo Carrasco Aquino, Ing. Víctor Chávez Centeno por sus aportes en la realización de este trabajo de investigación.

A los trabajadores del Centro Experimental Canaán por su apoyo en las labores de campo durante la conducción del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	xi
Resumen.....	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	4
1.1. Cultivo de la quinua	4
1.1.1. Aspectos importantes del cultivo de la quinua.....	4
1.1.2. Clasificación taxonómica.....	5
1.1.3. Características botánicas de la planta.....	5
1.1.4. Fenología de la quinua	8
1.1.5. Quinua variedad blanca de Junín	11
1.1.6. Quinua variedad Pasankalla	13
1.2. Mildiu de la quinua	15
1.2.1. Sistemática	15
1.2.2. Morfología	16
1.2.3. Ciclo de vida	18
1.2.4. Epidemiología	20
1.2.5. Síntomas en la planta	21
1.2.6. Evaluación de la enfermedad	23
1.2.7. Intensidad.....	24
1.3. Control orgánico	25
1.3.1. Ajo (<i>Allium sativum</i> L.)	25
1.3.2. Cola de caballo (<i>Equisetum arvense</i> L.)	26
1.3.3. Paico (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.).....	27
1.4. Control químico	28
1.4.1. Metalaxyl (Fitoklin)	28

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA 29

2.1.	Ubicación del trabajo de investigación	29
2.2.	Antecedentes del campo experimental.....	30
2.3.	Características físicas y químicas del suelo	30
2.4.	Características climatológicas.....	31
2.5.	Características de las variedades en estudio	34
2.5.1.	Variedad Blanca de Junín	34
2.5.2.	Variedad INIA 415 Pasankalla	34
2.6.	Descripción de extractos de planta biocida utilizados	35
2.6.1.	Extracto de ajo (<i>Allium sativum</i> L.)	35
2.6.2.	Extracto de cola de caballo (<i>Equisetum arvense</i> L.).....	35
2.6.3.	Extracto de paico (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.).....	36
2.6.4.	Fungicida químico.....	37
2.7.	Factores en estudio.....	37
2.7.1.	Variedades de quinua (v)	37
2.7.2.	Extractos de plantas biocidas (e).....	37
2.8.	Descripción de los tratamientos	37
2.9.	Frecuencia de aplicación de tratamientos	38
2.10.	Metodología	38
2.11.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	39
2.12.	Características del campo experimental.....	40
2.13.	VARIABLES DE EVALUACIÓN	42
2.13.1.	Caracteres de sanidad.....	42
2.13.2.	Caracteres de precocidad	44
2.13.3.	Caracteres de productividad.....	44
2.13.4.	Rentabilidad económica.....	46
2.14.	Conducción del experimento	46

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 49

3.1.	De los caracteres de sanidad).....	49
3.1.1.	Porcentaje de incidencia del mildiu	49
3.1.2.	Grado de severidad del mildiu	51

3.1.3. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE)	57
3.2. De los caracteres de precocidad	58
3.3. De los caracteres de productividad	60
3.3.1. Altura de planta	60
3.3.2. Diámetro de tallo.....	62
3.3.3. Longitud de panoja.....	64
3.3.4. Diámetro de panoja	66
3.3.5. Peso de panoja.....	68
3.3.6. Peso de 1000 semillas	70
3.3.7. Rendimiento	72
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1.	Características distintivas de la variedad de quinua Blanca de Junín	12
Tabla 1.2.	Características distintivas de la variedad de quinua INIA 415 – Pasankalla.....	14
Tabla 2.1.	Resultados del análisis físico y químico de suelo del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho 2019.....	30
Tabla 2.2.	Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico de la campaña agrícola 2019 - 2020 según la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho.....	32
Tabla 2.3.	Tratamientos empleados para el control del mildiu en dos variedades de quinua.....	38
Tabla 2.4.	Frecuencia de aplicación de los tratamientos en dos variedades de quinua.....	38
Tabla 2.5.	Escala de evaluación de la reacción al mildiu en dos variedades de quinua.....	42
Tabla 3.1.	Análisis de variancia del porcentaje de incidencia del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.....	49
Tabla 3.2.	Análisis de variancia del grado de severidad del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm -Ayacucho.....	51
Tabla 3.3.	Análisis de variancia del ABCPE del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	57
Tabla 3.4.	Estados fenológicos en número de días de la siembra de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	59
Tabla 3.5.	Análisis de variancia de la altura de planta de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	60
Tabla 3.6.	Análisis de variancia del diámetro de tallo de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán	

	2750 msnm – Ayacucho.....	62
Tabla 3.7.	Análisis de variancia de la longitud de panoja de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	64
Tabla 3.8.	Análisis de variancia del diámetro de panoja de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	66
Tabla 3.9.	Análisis de variancia del peso de panoja de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	68
Tabla 3.10.	Análisis de variancia del peso de 1000 semillas de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	70
Tabla 3.11.	Análisis de variancia del rendimiento de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	72
Tabla 3.12.	Análisis de rentabilidad económica de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Esporangióforo y esporangios de <i>Peronospora farinosa</i>	17
Figura 1.2. Esporangios de <i>Peronospora farinosa</i>	18
Figura 1.3. Oosporas de <i>Peronospora</i> en tejido foliar.....	19
Figura 1.4. Ciclo de vida de <i>Peronospora farinosa</i> en la zona andina.....	20
Figura 2.1. Ubicación geográfica de la parcela experimental.....	29
Figura 2.2. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2019-2020 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho.....	33
Figura 2.3. Esquema de la unidad experimental.....	41
Figura 2.4. Esquema del campo experimental.....	41
Figura 2.5. Escala para evaluar el porcentaje de área afectada de hoja en quinua.....	43
Figura 3.1. Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para la incidencia del mildiu en dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.....	50
Figura 3.2. Prueba de Tukey de efectos principales de dos variedades de quinua y extracto de plantas biocidas para el grado de severidad del mildiu. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	52
Figura 3.3. Curva de progreso de la enfermedad como respuesta a la aplicación de extracto de plantas biocidas en la variedad Blanca de Junín. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	55
Figura 3.4. Curva de progreso de la enfermedad como respuesta a la aplicación de extracto de plantas biocidas en la variedad Pasankalla. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	55
Figura 3.5. Prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para el ABCPE del mildiu en dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	58
Figura 3.6. Prueba de Tukey de efectos principales de dos variedades de quinua y extracto de plantas biocidas para la altura de planta de quinua (cm). Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	61
Figura 3.7. Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas	

	biocidas para el diámetro de tallo (cm) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.....	63
Figura 3.8.	Prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para la longitud de panoja (cm) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	65
Figura 3.9.	Prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para el diámetro de panoja (cm) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	67
Figura 3.10.	Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para el peso de panoja (g) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	69
Figura 3.11.	Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para el peso de mil semillas (g) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	71
Figura 3.12.	Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas en el rendimiento (kg.ha-1) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.....	73

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resumen de promedios del porcentaje de incidencia del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	85
Anexo 2. Evaluaciones para severidad y ABCPE del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	86
Anexo 3. Resumen de promedios de severidad y ABCPE del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	87
Anexo 4. Evaluaciones de las características de productividad de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	88
Anexo 5. Costos de producción por ha de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas con tecnología media. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.....	89
Anexo 6. Ficha técnica del fungicida químico utilizado.....	99
Anexo 7. Panel fotográfico.....	102

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de extracto de plantas biocidas ajo (*Allium sativum*), cola de caballo (*Equisetum arvense*) y paico (*Chenopodium ambrosioides*) y un fungicida químico en el control del mildiu (*Peronospora variabilis*) en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en Ayacucho. El experimento se realizó utilizando el Diseño de Bloques Completo Randomizado, aleatorizado mediante el Diseño de Parcelas Divididas, adjudicándose las variedades a las parcelas y aplicación de extractos a las sub parcelas, estableciéndose 03 repeticiones y 10 tratamientos. Los factores en estudio fueron: variedades de quinua (Blanca de Junín y Pasankalla) y aplicación de extracto de plantas biocidas (100 gr de ajo en 10 l agua, 2 kg de cola de caballo en 20 l de agua, 2 kg de paico en 10 l de agua), fungicida químico (Metalaxyl 200 gr/cil) y testigo absoluto (sin aplicación). El análisis estadístico consistió en el análisis de variancia y la prueba de contraste de Tukey (0.05) de los variables que resultaron significativos. De los resultados obtenidos se tiene las siguientes conclusiones: La aplicación de los extractos de plantas biocidas y el fungicida químico tuvieron efecto positivo en el control del mildiu, siendo el fungicida metalaxyl y el extracto de ajo los que controlaron mejor el mildiu al presentar el cultivo de quinua un menor grado de severidad y un menor ABCPE. El rendimiento de grano de quinua de la variedad Blanca de Junín muestra una respuesta favorable a las aplicaciones del fungicida metalaxyl y el extracto de ajo (100 gr de ajo en 10 l de agua) con un rendimiento de 4012.90 y 3942.00 kg.ha⁻¹ respectivamente. La mayor rentabilidad económica en el cultivo de quinua se obtuvieron con las aplicaciones del fungicida metalaxyl y el extracto de ajo, con un índice de rentabilidad de 2.99 y 2.72 respectivamente, alcanzando una utilidad bruta de 18048.57 y 17286.12 Soles respectivamente.

Palabras clave: Quinoa, mildiu, metalaxyl, blanca junín, pasankalla, extractos biocidas

INTRODUCCIÓN

La quinua es un grano alimenticio originario de los andes de Perú y Bolivia y reconocido por su alto valor alimenticio y nutritivo y su adaptación a diferentes pisos agroecológicos y suelos habiendo generado gran interés en los agricultores, empresas agroindustriales, instituciones públicas y privadas, nacionales e internacionales; cultivándose en la región andina, desde Colombia hasta el norte de Argentina, desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, adaptándose a climas secos y fríos. Por su alto valor proteico, balance adecuado de aminoácidos esenciales, alto contenido de lisina, minerales, vitaminas, facilidad de producción sin uso de fertilizantes y de pesticidas, constituye un producto de fácil elección para los requerimientos de los consumidores de productos naturales, sanos y nutritivos.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2018), el Perú se ha constituido como el primer exportador mundial de quinua a partir del 2014 a la fecha, siendo Puno y Ayacucho las regiones que ofertan más del 70% del total nacional. En el 2018, se ha consolidado como el primer país productor mundial de quinua, con 86 mil toneladas frente al tradicional competidor Bolivia que ha producido 70 mil 700 toneladas. La quinua es uno de los principales cultivos de la región Ayacucho y es considerado el principal sustento económico para las familias; este producto proviene de la agricultura familiar y el incremento agroexportador obedece al aumento de la producción orgánica y convencional que ha desarrollado el producto. En Ayacucho se destacan como zonas productoras de quinua las provincias de Huamanga con el 41,5%, Cangallo con 20,8% y Vilcashuamán con el 11,1%.

Según Alandia et al. (1979); Otazú et al. (1976); Danielsen y Ames (2000), citado por Risco (2014), mencionan que la enfermedad más importante de la quinua es el mildiu, causado por *Peronospora variabilis*, que ocasiona grandes pérdidas en el rendimiento entre 33 y 58%.

A razón de que en la última década se incrementó significativamente el área de cultivo de la quinua así también los problemas ocasionados por el mildiú se han incrementado notablemente debido a la alta susceptibilidad de las variedades comerciales y a la existencia de ambientes favorables para su multiplicación. Ante el alto nivel de daño que ocasiona el mildiú los agricultores controlan con aplicaciones múltiples de fungicidas en base a metalaxyl y otros. Este tipo de control incrementó los costos de producción e influyó en la disminución de los precios al dejar de ser una producción orgánica, altamente apreciada en el mercado nacional e internacional.

Entre los otros métodos de control de la enfermedad, ideal para una producción orgánica destaca la aplicación de extractos de plantas biocidas. Este tipo de control no genera o genera menos gastos al agricultor, es amigable con el ambiente y asegura una producción sostenible. Es por ello que la producción de quinua, controlada con aplicaciones de extractos de plantas biocidas en dosis adecuadas y en el momento oportuno al mildiú puede contribuir al desarrollo económico y ecológico de las zonas productoras de la región andina.

Frente a esta realidad y siguiendo los principios universalmente difundidos de procurar alimentos orgánicos, se planteó la ejecución del presente experimento utilizando productos naturales contra *Peronospora variabilis* en quinua, en busca de alternativas que disminuya la contaminación por el uso de fungicidas, con los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de la aplicación de extracto de ajo (*Allium sativum*), extracto de cola de caballo (*Equisetum arvense*), extracto de paico (*Chenopodium ambrosioides*) y el fungicida químico en el control del mildiú en dos variedades de quinua.
2. Determinar la influencia de las aplicaciones con extracto de plantas biocidas y un fungicida químico en el rendimiento de dos variedades de quinua.
3. Determinar el mérito económico de los tratamientos estudiados.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. CULTIVO DE LA QUINUA

1.1.1. Aspectos importantes del cultivo de la quinua

Vega et al. (2010) sostiene que la quinua, es originario de América del Sur de las áreas andinas de Perú y Bolivia, cultivada desde hace más de 7000 años, desde el nivel de mar hasta los 4500 msnm, soportando condiciones extremas de agua, suelos y temperaturas.

Campos (2013) citado por Risco (2014), menciona que el grano de quinua posee alto contenido de proteínas (10 a 18 %), aminoácidos esenciales como: fenilamina, triptófano, metionina, leucina, isoleucina, valina, lisina, treonina; péptidos, polifenoles, vitaminas, saponina y minerales como: Ca, Mn, Mg, Fe, Cu y K por lo cual se puede dar múltiples usos como harinas libres de gluten, expandidos, bebidas fermentadas, barras energéticas, etc.

El clima que requiere el cultivo de quinua es diverso pudiendo ser desértico, caluroso y seco, frío y seco, templado y lluvioso, caluroso con mayor humedad relativa, la puna y zonas cordilleras de grandes altitudes. Para cada clima existen variedades o ecotipos adecuados. La temperatura media optima fluctúa alrededor de 15 a 20°C, sin embargo, soporta temperaturas extremas desde 38°C a -8°C. Soporta radiaciones extremas que le permite compensar las horas calor necesarias para cumplir con su periodo vegetativo y productivo. Existen variedades o ecotipos de días cortos, de días largos e indiferentes al fotoperiodo. La quinua requiere de suelo franco con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica (>4%), con pendientes moderadas, no superior al 10% y un contenido medio de nutrientes, prefiere suelos neutros aunque se le suele cultivar en suelos alcalinos (hasta pH 9) y ácido (hasta pH 4,5). Es eficiente en el uso de agua a pesar de ser una planta C₃. Posee mecanismos fisiológicos que le permiten escapar al déficit de

humedad, tolerar y resistir la falta de humedad del suelo. La precipitación pluvial óptima requerida por la planta es alrededor de 500 mm a 700mm (MINAGRI, 2019).

1.1.2. Clasificación taxonómica

Según León (2003) citado por Mora (2011), indica que la quinua presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledóneas
Sub clase	: Angiospermas
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiaceas
Género	: <i>Chenopodium</i>
Sección	: Chenopodia
Subsección	: Cellulata
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.

1.1.3. Características botánicas de la planta

a. Raíz

La raíz de la quinua es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa. Estas características posiblemente le confieren tolerancia a la sequía y buena estabilidad a la planta. Puede tener una profundidad de 0,50 a 2, 80 m dependiendo de la raza, el ecotipo y el tipo de suelo. En general la raíz es fuerte como para soportar el peso de la planta (ONUDI, 2006).

León (2003) citado por Mora (2011), indica que el tipo de raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas. Empieza con raíz pivotante terminando en raíz ramificado con una longitud de 25 a 30 cm., según el ecotipo, profundidad del suelo y altura de la planta; la raíz se caracteriza por tener numerosas raíces secundarias y terciarias.

b. Tallo

El tallo es cilíndrico, siendo mayor el grosor en la base que en ápice. Su coloración es variable, desde el verde al rojo. Presenta, en algunas variedades, pigmentaciones en las

axilas. El tallo puede ser ramificado en las razas cultivadas en los valles interandinos; en cambio el hábito sencillo es del altiplano (Mujica, 1993).

Tapia (2010) citado por Núñez (2018), indica que el tallo es cilíndrico y a la madurez se vuelve anguloso, la parte interna o médula es blanda en las partes jóvenes y a la madurez es esponjosa y hueca, generalmente de color crema. En el altiplano sur puede alcanzar 1.80 m de alto. El hábito de crecimiento puede variar de un solo tallo principal a variedades con muchas ramificaciones.

c. Hojas

Las hojas de quinua, presentan un polimorfismo marcado, siendo las inferiores rómbicas, deltoides o triangulares, midiendo hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho. Las hojas pueden ser dentadas, aserradas o lisas. Además el tamaño de las hojas va disminuyendo según se asciende en la planta, hasta alcanzar a las hojas que sobresalen de la inflorescencia que son lineales o lanceoladas midiendo apenas 10 mm de largo por 2 mm de ancho. El color de las hojas es también variable dependiendo de la pigmentación. Se ha observado que los pigmentos rojos y púrpura están constituidos por betacinina (Mujica, 1993).

León (2003) citado por Mora (2011), menciona que la inserción de las hojas en el tallo es alterna, en cada nudo se observan de 5 a 12 hojas de acuerdo a cada variedad y la distancia entre nudos es de 0.8 a 4 cm. La hoja es por excelencia el órgano clorofiliano esencial de la respiración y la asimilación CO₂ (anhídrido carbónico). El número de dientes por hoja varía de 2 a 14 dependiendo de la variedad (Nuñez, 2018).

d. Inflorescencia

Pando y Castellanos (2016), menciona que la inflorescencia es una panoja con una longitud variable de 15 – 70 cm. Generalmente se encuentra en el ápice de la planta y en el ápice de las ramas. Tiene un eje principal, ejes secundarios y eje terciarios. Considerando la forma y posición de los glomérulos (grupos de flores) se clasifican en amarantiformes, glomerulatas e intermedias. En el grupo amarantiforme los glomérulos están directamente insertados en el eje secundario y los glomérulos tienen una forma casi rectangular, muy semejantes a dedos. En el tipo glomerulata los glomérulos están ubicados en el eje terciario que se origina del eje secundario y toman la apariencia

redondeada como las cuentas de un rosario. En el tipo intermedio los glomérulos tienen una forma no definida (entre rectangulares o redondeados). La longitud de los ejes secundarios y terciarios determina si la inflorescencia puede ser laxa, intermedia o compacta; esta última característica está asociada al tamaño de los granos, siendo los más pequeños, los formados en panojas compactas.

e. Flores

Las flores son sésiles o pediceladas y están agrupadas en glomérulos. La posición del glomérulo en la inflorescencia y la posición de las flores dentro del glomérulo, determinan el tamaño y el número de los granos o frutos. Es una planta ginomonoica porque presenta dos tipos de flores en la misma planta; hermafroditas y pistiladas. Las flores hermafroditas se encuentran en el ápice del glomérulo y son más grandes que las pistiladas, con un diámetro de 3 a 5 mm; tienen cinco tépalos, cinco anteras y un ovario súpero con dos o tres ramificaciones estigmáticas. Las flores pistiladas se encuentran alrededor y debajo de las flores hermafroditas, están formadas de cinco tépalos, un ovario súpero y dos o tres ramificaciones estigmáticas y tienen un diámetro de 2 a 3 mm. La proporción de flores hermafroditas y pistiladas es variable; el rango encontrado varía de 2 a 98%; esta proporción es importante si el cultivo se siembra en forma aislada, ya que influye en la cantidad de frutos formados. Además de ello, algunas variedades de quinua tienen esterilidad masculina. La quinua se considera autógama con un porcentaje de cruzamiento de 17%, aproximadamente (Pando y Castellanos, 2016).

f. Fruto

Mujica (1993), indica que el fruto es un aquenio, que se deriva de un ovario súpero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico-lenticular, levemente ensanchando hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla, de coloración variable, con un diámetro de 1.5 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez y en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección, el contenido de humedad del fruto a la cosecha es 14.5%. El fruto de la quinua es aquenio, el que se encuentra cubierto por el perigonio, que cuando se encuentra en estado maduro es de forma estrellada por los cinco tépalos que tiene la flor. El perigonio cubre solo una semilla y se desprende con facilidad al frotarlo; el

color del grano está dado por el perigonio y se asocia directamente con el color de la planta, el pericarpio del fruto se encuentra pegado a la semilla y es donde se encuentra la saponina que es un glúcido de sabor amargo; se ubica en la primera membrana (León 2003, citado por Mora 2011).

g. Semilla

Presenta tres partes bien definidas que son: epispermo, embrión y perisperma. El epispermo, es la capa que cubre la semilla y está adherida al pericarpio. El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye, aproximadamente, el 30% del volumen total de la semilla y envuelve al perispermo como un anillo, con una curvatura de 320 grados. La radícula, muestra una pigmentación de color castaño oscuro. El perispermo es el principal tejido de almacenamiento; reemplaza al endospermo y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la semilla. El color de los granos depende de la capa en observación. Si las variedades mantienen el perigonio sepaloide (tépalos de las flores) los colores son verdes, rojos y púrpura. Si se observa el pericarpio los colores pueden ser blanco, crema, amarillo, naranja, rojo, rosado, púrpura, marrón, gris y negro. Por otro lado si el pericarpio se desprende durante el proceso de eliminación de la saponina, la capa observada es la envoltura de la semilla o epispermo y puede ser blanca, crema, roja, marrón, gris o negra. La intensidad del color puede disminuir o desaparecer en el proceso de secado de los granos en maduración en campo y la luminosidad del ambiente de almacenamiento del grano o puede ser eliminada en el agua durante el lavado de la quinua. El color del pericarpio o capa del fruto y el color del epispermo o capa de las semillas puede ser diferente en la misma semilla (Pando y Castellanos, 2016).

1.1.4. Fenología de la quinua

El cultivo de la quinua tiene un periodo vegetativo de 4 a 8 meses, dependiendo de las variedades y lugares de siembra. En la sierra andina la siembra varía de agosto a diciembre; en zonas de riego y valles interandinos, puede prolongarse hasta fines de diciembre, efectuándose la cosecha de marzo a mayo. En la costa se puede sembrar durante todo el año, siendo aceptables la siembra de invierno.

Mujica y Canahua (1989), sostienen que la quinua pasa por 13 fases fenológicas importantes, las cuales se describen a continuación:

a) Emergencia

La plántula emerge del suelo y extiende las dos hojas cotiledones, esto ocurre de los 7 a 10 días de la siembra, esta fase es susceptible al daño de aves debido a la carnosidad de sus hojas.

b) Hojas cotiledóneas

Cuando los cotiledones emergidos se separan y muestran las dos hojas cotiledóneas extendidas de forma lanceolada angosta, pudiendo observarse en el curso las plántulas en forma de hilera nítida., en muchos casos se puede distinguir la coloración que tendrá la futura planta sobre todo las pigmentadas de color rojo o púrpura.

c) Dos hojas verdaderas

En esta fase aparecen dos hojas verdaderas extendidas conforma romboidal y se encuentra en botón el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y las raíces crecen rápidamente. En esta etapa puede ocurrir el ataque de gusanos cortadores de plantas tiernas.

d) Cuatro hojas verdaderas

Se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledóneas de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice e inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía. Los insectos masticadores pueden dañar las hojas tiernas.

e) Seis hojas verdaderas

Se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledones se tornan de color amarillento; ocurre de los 35 a 45 días de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando se presentan bajas temperaturas, stress por déficit hídrico o salino al anochecer.

f) Ramificación

Aproximadamente a los 45 a 50 días desde la siembra se pueden observar ocho hojas verdaderas extendidas y una extensión de las hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledóneas seca en y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de la

inflorescencia protegida por hojas sin dejar al descubierto la panoja. En esta etapa se efectúa el aporque para las quinuas de valle.

g) Inicio del panojamiento

Ocurre aproximadamente de los 55 a 60 días después de la siembra. Se puede ver el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas, se produce una fuerte elongación y engrosamiento del tallo. En esta fase se nota la emergencia de la inflorescencia desde el ápice de la planta, observándose alrededor de ella una aglomeración de hojas pequeñas con bastantes cristales de oxalato de calcio, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. En esta fase la parte por debajo del ápice de la planta es más sensible a las heladas y solo en el caso de severas bajas temperaturas se produce el colgado del ápice. Esto ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra.

h) Panojamiento

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas superiores, notándose los glomérulos que la conforman; asimismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados. Esto ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra.

i) Inicio de floración

La flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres; ocurre a los 75-80 días de la siembra. En esta fase la planta es sensible a las sequias y heladas.

j) Floración o antesis

El 50% de las flores de la panoja se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90 a los 100 días después de la siembra. Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta -2°C ; cuando se presentan altas temperaturas que superan los 38°C se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos o zonas desérticas calurosas. La planta elimina las hojas inferiores por tener menor actividad fotosintética.

k) Grano lechoso

En esta fase los frutos al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, ocurre de 100 a 130 días después de la siembra. El déficit hídrico es perjudicial para el rendimiento.

l) Grano pastoso

En esta fase los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de 130 a 160 días de la siembra.

m) Madurez fisiológica

En esta fase el grano maduro al presionarlo por las uñas presenta resistencia a la penetración y ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra. El contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%. El tiempo comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el período de llenado del grano. En esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

1.1.5. Quinoa variedad blanca de Junín

Es propia de la región central del Perú, se cultiva intensamente en la zona del valle de Mantaro - Junín. Presenta dos tipos: blanco y rosado, han sido mejoradas en la estación experimental del Mantaro. Del eco tipo blanca se han efectuado una selección de panojas con grano dulce, que representa un material de gran valor. Es resistente al mildiu tiene un periodo vegetativo largo entre 160 a 180 días, lo que lo clasifica dentro de las variedades semitardías, la panoja es glomerulada, laxa y la planta llega a alcanzar una altura de 1.60 a 2 m. sus rendimientos varían según el nivel de fertilización utilizada, pudiendo obtenerse 3.5 t.ha^{-1} (Tapia, 1979).

Apaza et al. (2013), indica que esta variedad es susceptible al mildiu, siendo su periodo vegetativo largo, de 180 días, con granos blancos, medianos, de bajo contenido de saponina. La panoja es de forma glomerulada, pudiendo la planta alcanzar una altura de 170 cm. Sus rendimientos varían mucho según el nivel de fertilización, pudiendo obtenerse hasta 2.5 t.ha^{-1} , con niveles de 80 - 40 - 0 de NPK.

Tabla 1.1. Características distintivas de la variedad de quinua Blanca de Junín

DATOS GENERALES	
Lugar de liberación	: Región Junín
Método de mejoramiento	: Selección masal originaria de la región central del Perú
Nombre de la variedad	: Blanca de Junín
Adaptación	: Adaptación óptima en los pisos de valles interandinos hasta los 3500 msnm
Principales usos	: Consumo tradicional: sopas, guisos, postres y bebidas Agroindustria: expandida, perlada, laminada y molienda
DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	
Descripción general	
Tipo de crecimiento	: Herbáceo
Habito de crecimiento	: Ramificado hasta el tercio inferior
Ciclo vegetativo	: 160 a 180 días
Altura de planta	: 1,50 a 1,70 m
Rendimiento promedio de grano	: 2,50 t/ha
Forma del tallo principal	: Sin ángulos
Diámetro del tallo	: 1,50 a 1,75 m
Presencia de axilas pigmentadas	: Presentes
Color de estrías	: Verde
Color del tallo principal	: Verde
Presencia de ramificación	: Presente
Color de las hojas	: Verde
Características de la panoja	
Color de la panoja en la floración	: Verde
Color de la panoja en la madurez fisiológica	: Gris
Forma de la panoja	: Glomerulada
Longitud de la panoja	: 33,40 a 48,50 cm
Diámetro de la panoja	: 7,80 a 9,30 cm
Numero de panojas por planta	: 1
Características del grano	
Color del perigonio	: Crema
Color del pericarpio	: Crema
Color del episperma	: Blanco
Color del perisperma	: Blanco

Forma del borde del grano	: Afilado
Forma del grano	: Cilíndrico
Diámetro del grano	: 2,20 mm
Rendimiento de semillas por planta	: 35,50 a 40,10 g
Peso de 1000 granos (g)	: 2,10 a 3,80 g
Periodo vegetativo	
Emergencia de plántulas a la superficie del suelo	: 5 días
Inicio de panoja	75 días
Floración	: 130 días
Madurez fisiológica	: 170 días
PLAGAS	
Ticona o Ticuchis (<i>Feltia experta</i>); (<i>Spodoptera sp.</i>)	: Intermedia
Kcona kcona (<i>Eurysacca quinoae</i> Povolny)	: Baja
ENFERMEDADES	
Mildiu (<i>Peronospora farinosa</i> f.sp. <i>chenopodii</i>)	: Susceptible
REACCIÓN A FACTORES CLIMÁTICOS	
Baja temperatura	: Susceptible
Sequía	: Moderadamente tolerable
Humedad	: Tolerante

Fuente: Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. FAO – INIA.

1.1.6. Quinua variedad Pasankalla

Esta variedad de quinua fue liberada en el año 2006, obtenida por selección de panoja surco de ecotipos de la localidad de Caritamaya, distrito de Ácora, provincia de Puno. El proceso de mejoramiento se realizó entre los años 2000 al 2005, en el ámbito de la Estación Experimental Agraria (EEA) Illpa - Puno, por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3800 y 3900 msnm, y soporta un clima frío seco. Es una variedad óptima para la agroindustria, con alta productividad, siendo su rendimiento potencial 4.5 t.ha⁻¹. La planta alcanza una altura de 130 cm y tiene un periodo vegetativo precoz de 144 días en el Altiplano. La panoja es de forma glomerulada, teniendo un grano grande, que tiene color plomo en el pericarpio y color vino en el epispermo. Esta variedad presenta tolerancia al mildiú (Apaza et al., 2013).

Tabla 1.2. Características distintivas de la variedad de quinua INIA 415 – Pasankalla

DATOS GENERALES	
Lugar de liberación	: Región Puno
Método de mejoramiento	: Selección panoja surco de ecotipos de la provincia de Puno
Nombre de la variedad	: INIA 415 - Pasankalla
Adaptación	: Zona del altiplano entre 3800 a 3900 msnm : Valles interandinos entre 2750 a 3750 msnm : Costa entre 640 a 1314 msnm
Principales usos	: Consumo tradicional: sopas, ensaladas (hojas), guisos, postres, panecillos y bebidas : Agroindustria: expandida, perlada, laminada, molienda y extruida
DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	
Descripción general	
Tipo de crecimiento	: Herbáceo
Habito de crecimiento	: Simple
Ciclo vegetativo	: 144 días para el altiplano 120 días para valles interandinos 105 días para la costa
Altura de planta	: 1,30 a 1,40 m
Rendimiento promedio de grano	: 3,54 t.ha ⁻¹
Forma del tallo principal	: Anguloso
Diámetro del tallo	: 1,30 a 1,70 cm
Presencia de axilas pigmentadas	: Presentes
Color de estrías	: Púrpura
Color del tallo principal	: Verde
Presencia de ramificación	: Ausente
Color de las hojas	: Verde
Características de la panoja	
Color de la panoja en la floración	: Verde
Color de la panoja en la madurez fisiológica	: Gris
Forma de la panoja	: Amarantiforme
Longitud de la panoja	: 30,00 a 35,00 cm
Diámetro de la panoja	: 5,00 a 7,00 cm
Numero de panojas por planta	: 1

Características del grano	
Color del perigonio	: Púrpura
Color del pericarpio	: Plomo claro
Color del episperma	: Vino oscuro
Color del perisperma	: Blanco
Forma del grano	: Cilíndrico
Diámetro del grano	: 2,10 mm
Rendimiento de semillas por planta	: 32,00 a 34,00 g
Peso de 1000 granos (g)	: 3,51 a 3,72 g
Periodo vegetativo	
Emergencia de plántulas a la superficie del suelo	: 9 días
Inicio de panoja	: 85 días
Floración	: 116 días
Madurez fisiológica	: 144 días
PLAGAS	
Ticona o Ticuchis (<i>Feltia experta</i>); (<i>Spodoptera sp.</i>)	: Intermedia
Kcona kcona (<i>Eurysacca quinoa</i> Povolny)	: Baja
ENFERMEDADES	
Mildiu (<i>Peronospora farinosa</i> f.sp. <i>chenopodii</i>)	: Tolerante
REACCIÓN A FACTORES CLIMÁTICOS	
Baja temperatura	: Moderadamente tolerante
Sequía	: Moderadamente tolerable
Humedad	: Moderadamente tolerante

Fuente: Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. FAO – INIA.

1.2. MILDIU DE LA QUINUA

1.2.1. Sistemática

Clase	: Oomycete
Orden	: Peronosporales
Familia	: Peronosporaceae
Especie	: <i>Peronospora variabilis</i> Gäum

Choi et al. (2010), publica que *Peronospora farinosa* posteriormente reconocida como *Peronospora variabilis* Gäum es una especie que causa la enfermedad de mildiu en quinua. *Peronospora variabilis* afecta especies de la familia *Chenopodiaceae* a la cual pertenecen los géneros *Beta*, *Spinacia* y *Chenopodium*. Un aislamiento de

Peronospora farinosa f. sp. betae betas pp., *P. farinosa f. sp. spinaciae* spp., y *P. variabilis* en *Chenopodium* spp. Plata et al. (2013), a través de pruebas moleculares demuestra que todos los aislamientos bolivianos corresponden a *Peronospora variabilis* y reflejan una o la población.

Danielsen y Ames (2008) citado por Risco (2014), indican que son parásitos obligados (biotróficos) altamente especializados que parasitan plantas vasculares causando mildiú en un rango limitado de especies. *P. variabilis* afecta especies de la familia Chenopodiaceae a la cual pertenecen los géneros *Beta*, *Spinacia* y *Chenopodium*. Un aislamiento de *P. variabilis* sólo afecta al género del cual ha sido aislado. Debido a esta especialización fisiológica el patógeno está subdividido en 3 grupos según sus hospedantes: *P. farinosa f. sp. betae* en *Betas* pp., *P. farinosa f. sp. Spinaciae* en *Spinacia* spp., y *P. variabilis* en *Chenopodium* spp.

1.2.2. Morfología

Se caracteriza por tener un micelio intercelular, a excepción de los haustorios que son intracelulares. Los conidióforos salen a través de los estomas solo o en grupos, y con una longitud de 9 a 11 micras. Las ramificaciones principales de los conidióforos están dispuestas en ángulo agudo, las que en su parte terminal de las ramificaciones dicotómicas, presenta esporangios con papilas hialinas, continuas, de 17-26 x 22-37 micras de tamaño, y germinan por un tubo germinativo. Las oosporas son bruno amarillas y esféricas, de paredes gruesas y de un diámetro variable entre 35-45 micras (Bazán, 1965).

La estructura vegetativa del patógeno está constituida por hifas en las cuales se forman esporangióforos y esporangios. Las hifas son cenocíticas (sin septa) y multinucleadas, se desarrollan en los espacios intercelulares de las hojas del hospedante y proyectan haustorios que les sirven como órganos de absorción dentro de las células. El patógeno afecta principalmente la hoja formando en la cara inferior los esporangióforos los cuales son arborescentes, dicotómicamente ramificados 4 a 5 veces en ángulo agudo y terminan en 2-3 extremos flexuosos dispuestos en ángulo recto o agudo, en los que se insertan los esporangios (Figura 1.1). Son de crecimiento determinado y cuando alcanzan el tamaño definido forman los esporangios, por esta circunstancia todos los esporangios son de la misma edad. Los esporangios son deciduos (a la madurez se

desprenden del esporangióforo), ovales, con una papila apical translúcida (Figura 1.2). Tienen la pared ligeramente rugosa y el protoplasma granulado. Son de color castaño claro translúcido y germinan directamente formando un tubo germinativo (no producen zoosporas como ocurre con otros Oomicetes). Por esta forma de germinar se les designa indistintamente con los nombres de esporangio, espora o conidia. Las oosporas son esporas sexuales que pueden sobrevivir períodos largos entre cultivos. En quinua las oosporas son transmitidas por semilla y suelo, sirviendo así como fuentes de inóculo primario para el inicio de epidemia (Danielsen y Ames 2008, citado por Risco 2014).

Mercado (2001), observó que la transmisión de mildiú de la quinua a través de oosporas que se alojan en el pericarpio de la semilla, menciona también que las condiciones de alta humedad favorecen a la aparición de la enfermedad y a nivel de infección primaria de plántulas.

Cuando recién se forma la oospora la pared externa o episporio es gruesa, ondulada y hialina, pero a medida que la oospora madura y cambia a un color marrón dorado, la pared también se oscurece. A diferencia de los organismos homotálicos, que pueden formar las estructuras sexuales compatibles en el mismo talo, *P. variabilis* es un organismo heterotálico, por lo tanto, para que se forme la oospora es necesaria la presencia de dos talos genéticamente distintos y sexualmente compatibles (tipos de apareamiento).

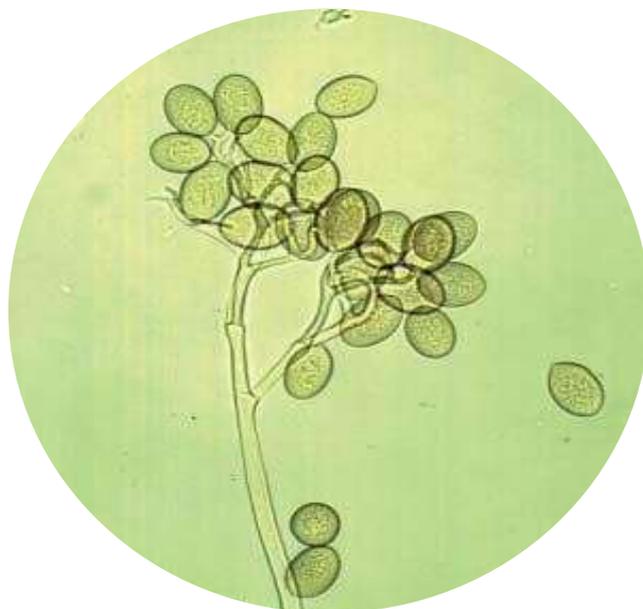


Figura 1.1. Esporangióforo y esporangios de *Peronospora farinosa* (Danielsen y Ames, 2008).

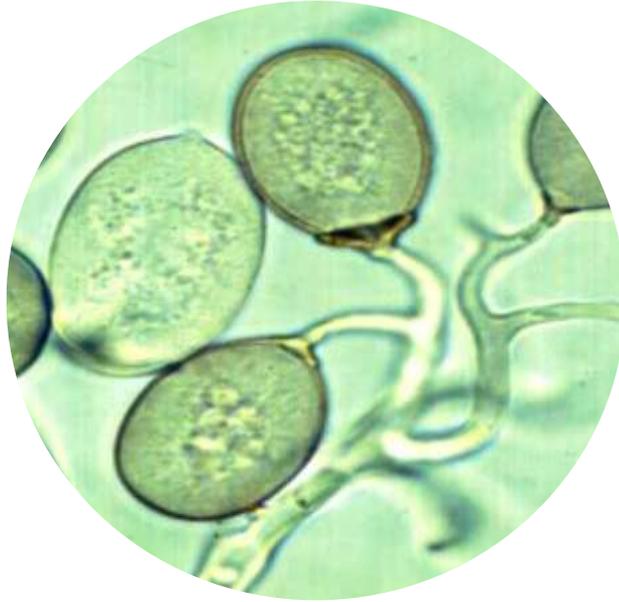


Figura 1.2. Esporangios de *Peronospora farinosa* (Danielsen y Ames, 2008)

En pruebas realizadas en el laboratorio se ha logrado producir oosporas haciendo cruzamientos entre aislamientos colectados en diferentes lugares del Perú y Bolivia, lo que significa que en dichos países existen los dos tipos de apareamiento necesarios para que se produzca la estructura sexual. Además, se han encontrado oosporas en hojas viejas infectadas colectadas en campos de diferentes lugares (Huancayo, Puno, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, La Paz), lo que significa que los dos tipos de apareamiento, P1 y P2, están presentes en todas las zonas de mayor importancia para el cultivo de quinua. Sólo en Lima no se ha detectado oosporas en hojas de quinua colectadas en el campo, ni en especies silvestres (*C. album*, *C. murale*) infectadas con *P. variabilis* (Danielsen y Ames, 2008, citado por Risco, 2014).

1.2.3. Ciclo de vida

Danielsen y Ames (2008), citado por Risco (2014) menciona cuando un esporangio cae sobre una hoja de quinua, germina directamente produciendo un tubo germinativo, siempre que haya humedad relativa alta en el aire (>80 por ciento). El tubo germinativo forma en su extremo un apresorio provisto de una hifa infectiva que perfora la epidermis y después de un periodo de latencia comienza a crecer formando micelio que se desplaza por los espacios intercelulares del mesófilo. Cinco a seis días después de la penetración, durante los cuales el patógeno se ha desarrollado vegetativamente dentro del hospedante, se inicia la producción de esporangióforos que se proyectan hacia la superficie inferior de la hoja a través de las estomas. Los esporangióforos, una vez que

alcanzan su desarrollo máximo, forman los esporangios, que son las estructuras propagativas del patógeno capaces de mantener la epidemia durante todo el ciclo en que la planta hospedante permanece en el campo. En este momento la zona afectada muestra los primeros síntomas de la enfermedad, que consisten en una ligera clorosis como prueba de que las células afectadas se están debilitando y perdiendo su capacidad de síntesis. Este estado coincide con el de esporulación plena por parte del patógeno. Finalmente, la parte afectada se necrosa al tiempo que también desaparece la parte vegetativa del patógeno.

Durante la época de cultivo se pueden producir varias generaciones durante las cuales el patógeno se reproduce asexualmente (esporangios) y reduce infecciones sucesivas (policíclicos). Durante este tiempo se establece entre hospedante y patógeno una suerte de equilibrio que se rompe cuando el tejido foliar parasitado comienza a deteriorarse y por lo tanto ya no puede proporcionar al patógeno los nutrientes que necesita para seguir desarrollándose vegetativamente. El parásito forma estructuras sexuales que aseguran su perpetuidad. Se forman anteridios y oogonios entre los cuales se realiza la fecundación y como resultado se forman las oosporas (Figura 1.3) que tienen la capacidad de mantenerse vivas por mucho tiempo dentro del tejido de la cubierta de la semilla, en la hojarasca que queda después de la cosecha o simplemente libres en el suelo después que se ha descompuesto el tejido foliar.



Figura 1.3. Oosporas de Peronospora en tejido foliar (Danielsen y Ames, 2008)

Las oosporas sirven como fuente primaria de inóculo en la siguiente campaña agrícola. En presencia de un hospedante susceptible y suficiente humedad, las oosporas que han permanecido inactivas en estado latente, germinan e inician un nuevo ciclo de vida. Hay que tener presente que durante una campaña agrícola se pueden producir varios ciclos asexuales del patógeno pero sólo un ciclo sexual (Figura 1.4), donde Cf: esporangióforo, C: esporangio, a: anteridio, Og: Oogonio y Os: Oospora (Tapia et al., 1979).

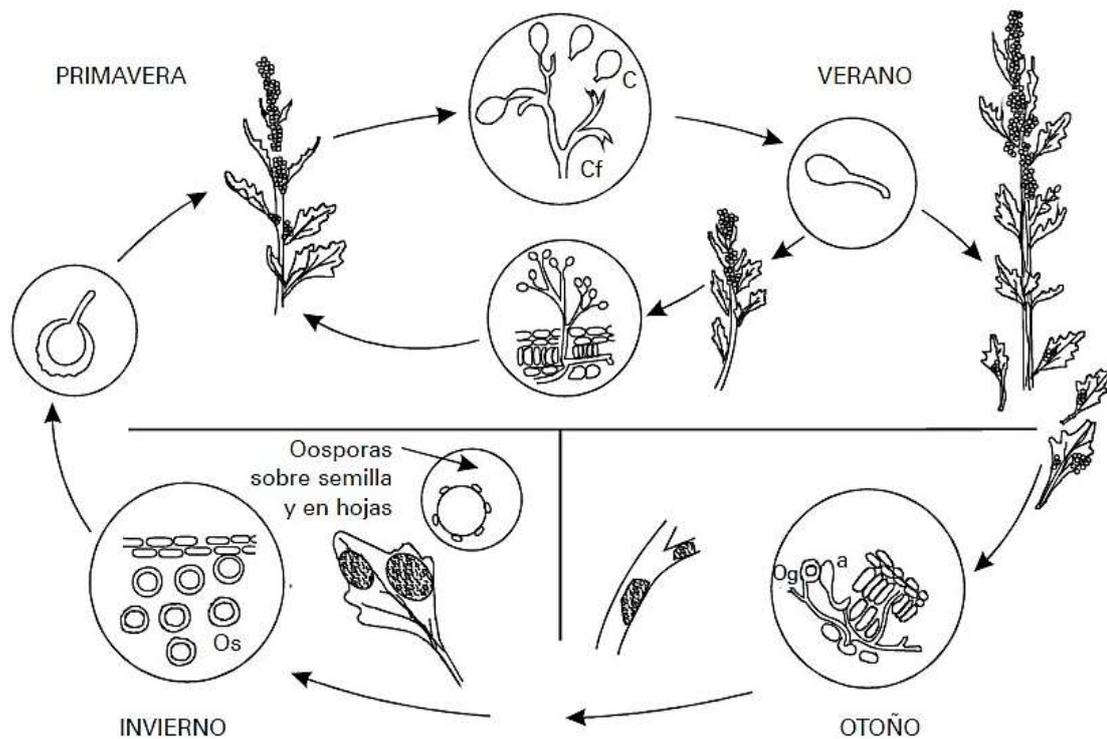


Figura 1.4. Ciclo de vida de *Peronospora farinosa* en la zona andina (Danielsen y Ames, 2008)

1.2.4. Epidemiología

Según Alandia et al. (1979) citado por Calixtro (2017) menciona que el mildiu puede causar pérdidas en el rendimiento entre 33 y 58 por ciento en condiciones de alta presión de inóculo, pudiendo llegar hasta un 100 por ciento cuando las condiciones son muy favorables para su desarrollo: humedad relativa mayor a 80 por ciento y temperatura entre 15 a 25 °C. Estos son factores determinantes para el crecimiento del patógeno y la diseminación de la enfermedad en campo.

Son factores determinantes para el crecimiento del patógeno y la diseminación de la enfermedad en el campo y dentro de una región. La presencia de rocío al amanecer y la persistencia de éste hasta altas horas de la mañana permiten que las esporas germinen y

penetren el tejido de la hoja para continuar con los procesos epidemiológicos comunes. La germinación de los esporangios depende fundamentalmente de la presencia de humedad relativa alta y persistente, tanto así que en años con poca precipitación, la enfermedad no se presenta o no causa mayor daño. La enfermedad puede iniciarse desde que la planta está pequeña, por el inóculo presente en el suelo o en la semilla infectada. En cámara de crecimiento se ha observado esta infección primaria como esporulación abundante en toda la superficie de las hojas cotiledonales. La infección primaria sirve en el campo como foco de infección, y la enfermedad se generaliza durante el periodo de cultivo por medio de esporangios que se desplazan por acción del viento y caen en plantas sanas o en hojas sanas de la misma planta (infección secundaria). La quinua puede ser afectada por mildiú en cualquier momento de su desarrollo, pero el mayor daño en cuanto a defoliación y pérdida de rendimiento se produce con la infección temprana. Se ha encontrado mildiú donde quiera se siembre quinua (Norte América, Sur América, Europa) siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitan (Danielsen y Ames, 2008, citado por Risco, 2014).

El mildiú para su expresión requiere de condiciones ambientales más o menos específicas, siendo la alta humedad relativa del ambiente la condición más preponderante, aunque también se requiere temperaturas relativamente frescas. Por tanto, la enfermedad no se presenta con la misma intensidad en las diferentes zonas de producción de quinua (Bonifacio, 2006).

1.2.5. Síntomas en la planta

La enfermedad se caracteriza por producir en hojas manchas amarillas-pálido de tamaño variable. Cuando la infección se produce en plantas jóvenes, estas quedan pequeñas y amarillentas. En condiciones de alta humedad, las manchas correspondientes a la cara inferior de las hojas se cubren de una eflorescencia blanca al principio y gris purpúrea (Bazán, 1965).

Los síntomas de la enfermedad son claramente visibles por el amarillamiento de las hojas que empieza con manchas irregulares hasta la defoliación completa en las variedades susceptibles. Los efectos del mildiú son la reducción del rendimiento y la pérdida de calidad del grano al ser opacado o negreado en su capa externa (Bonifacio, 2006).

Inicialmente se hace evidente ligeros puntitos cloróticos visibles en la cara superior de las hojas. Los puntos cloróticos crecen y forman áreas cloróticas grandes e irregulares que inicialmente se observan como clorosis en la cara superior y luego como necrosis. Simultáneamente, la zona clorótica en la cara inferior de la hoja se recubre de un afelpamiento de color gris violeta constituido por las estructuras esporulativas del patógeno. Generalmente al final de la época lluviosa sólo se encuentra hojas con manchas necróticas, pero no se observa la esporulación característica del patógeno en actividad. Los distintos cultivares de quinua reaccionan de manera diferente a la enfermedad. La reacción de la planta ante la infección por *Peronospora*, o sea la expresión de los síntomas, es influenciada por el genotipo de la planta, por el genotipo del patógeno y por las condiciones del medio ambiente. Así, en los cultivares resistentes puede haber una reacción de hipersensibilidad en cuyo caso sólo se observan pequeñas manchas similares a las causadas por picadura de insectos. En los cultivares más susceptibles en cambio, la mancha se agranda sucesivamente tomando una coloración amarillenta, rojiza o marrón, dependiendo del pigmento que predomina en la planta. En una misma hoja es posible encontrar varias manchas pequeñas, o pocas manchas grandes que comprometen íntegramente la lámina foliar. Un efecto conocido del mildiú es la defoliación que causa en la planta. Entre más temprana es la infección, mayor es el grado de defoliación. Sin embargo, no se sabe hasta qué punto la defoliación observada en el campo es causada por mildiú. La planta de quinua se defolia por muchos factores, por ejemplo estrés abiótico producido por sequía y heladas, y por senescencia natural. A nivel de campo es difícil distinguir entre los diferentes factores que causan defoliación, pero se ha podido comprobar que en algunos cultivares altamente susceptibles (ej. Utusaya), el mildiú puede causar una defoliación de 100 por ciento y como consecuencia se produce la maduración prematura. En otros cultivares la defoliación es menos pronunciada. En el cultivar La Molina 89, con resistencia mediana, la defoliación parece ser un mecanismo de defensa de la planta. Se ha podido ver en el campo que la infección temprana en las primeras hojas verdaderas provoca la caída de las mismas, lo cual reduce la diseminación del patógeno a las hojas nuevas. En la semilla cosechada se observa a simple vista granos con una coloración ligeramente oscura. Estos granos generalmente contienen oosporas dentro de las células de la cubierta, aunque el oscurecimiento también puede ser causado por *Alternaria* sp. En un campo afectado se observa a menudo la presencia de plantas con desarrollo limitado o completamente enanizadas, en algunos casos con las hojas distorsionadas y las inflorescencias pequeñas

y retorcidas. Esto presumiblemente sea consecuencia de una infección sistémica que ocurre cuando la infección inicial se ha producido en estado de plántula por inóculo proveniente del suelo o de la semilla (Danielsen y Ames, 2008, citado por Risco, 2014).

Los síntomas iniciales aparecen en las hojas como manchas pequeñas de forma irregular cuya coloración puede ser clorótica o amarilla, rosada, rojiza, anaranjada o parda, dependiendo del color de la planta. A medida que progresa la enfermedad estas manchas se unen, la hoja se torna clorótica y posteriormente se cae. La planta puede quedar enferma en casi la totalidad de sus hojas, defoliarse completamente y detener su crecimiento (Cruces y Callohuari, 2016).

1.2.6. Evaluación de la enfermedad

Danielsen y Ames (2008) citado por Risco (2014) mencionan que para estudiar la epidemiología de una enfermedad o identificar factores de resistencia y virulencia, es necesario contar con un método de evaluación confiable y reproducible. En cultivares con alto nivel de resistencia, la incidencia de mildiú en años propicios para el desarrollo de la enfermedad frecuentemente alcanza el 100%. La severidad explica mejor el desarrollo de la enfermedad en términos de intensidad. La mayoría de las escalas de evaluación de mildiú que existen para la quinua, se basan en el porcentaje del área foliar afectada. Una escala de 0 a 10 (0=ninguna infección, 1= 1-10 % área foliar afectada, 2= 11-20%, etc.) está basada en la evaluación del área foliar afectada de toda la planta; mientras otra escala, considera de 0-5 (0=sin infección, 1=1-20% ,2=21-40%, etc.) está basada en la evaluación del área foliar afectada del tercio medio de la planta. No existe un método estandarizado y por lo tanto los datos son poco comparables. En el caso de la quinua, este tipo de escala puede no ser muy precisa, considerando el tamaño de la planta y el grado de error conectado a la evaluación, que varía mucho de persona a persona. Lo ideal en este caso es adoptar un método que se adapte a las necesidades de la investigación que se está realizando y que minimice los errores de evaluación. Cualquier método que se use, siempre va a estar sujeto a cierto error. Un estudio realizado para comparar ocho métodos de evaluación de mildiú en quinua: 1) Severidad en toda la planta; 2) Severidad en el tercio inferior ;3) Severidad en el tercio medio; 4) Severidad en el tercio superior; 5) Severidad en tres hojas por planta; 6) Escala 0 -10; 7) Escala 0-5;8) incidencia, mostró que el nivel de mildiú medido como severidad con los métodos 1 a 5 estuvo correlacionado al rendimiento y que no hubo mucha diferencia

entre éstos. Por el contrario, el nivel de mildiú medido con los métodos 6 a 8 estuvo menos correlacionado al rendimiento y no permitió distinguir claramente la resistencia entre cultivares. Para disminuir el error y uniformizar los datos, se ha ideado el método basado en el porcentaje de área afectada de tres hojas por planta (una de cada tercio, y escogidas al azar). El valor que se da por planta es el promedio de las tres hojas evaluadas.

Para describir el desarrollo de la enfermedad a lo largo de la época del cultivo e identificar diferencias entre cultivares se puede calcular un valor del área abajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), descrito originalmente en inglés como “*area under disease progress curve*” (AUDPC), en base a mediciones de severidad. Esto requiere un mínimo de tres evaluaciones por campaña. La fórmula general para el cálculo de (AUDPC) es:

$$\text{AUDPC} = \sum_i^{n-1} (y_i + y_{i+1})/2 \times (t_{i+1} - t_i)$$

Donde n es el número de evaluaciones, y es la severidad y t es el número de días después de la siembra en que se hace la evaluación. Se incluye $(t, y) = (0, 0)$ como la primera evaluación. El ABCPE es útil para comparar el desarrollo de la enfermedad bajo distintas condiciones climáticas y para evaluar la susceptibilidad/resistencia de germoplasma, incluyendo siempre un cultivar altamente susceptible como testigo.

1.2.7. Intensidad

Según Rojas (2015), la intensidad es el grado del daño que ejerce un fitopatógeno sobre un campo de cultivo; tiene dos componentes:

a) Incidencia

Se evalúa a través del número de unidades afectadas expresadas en porcentaje, teniendo en cuenta el número de plantas por una determinada área.

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas enfermas}}{\text{N}^\circ \text{ de plantas totales}} \times 100$$

b) Severidad

Es la porción del tejido afectado por planta, expresado en porcentaje del área total de la planta (French y Hebert, 1980).

$$\% \text{ de Severidad} = \frac{\sum (\% \text{ del área dañada por hoja})}{\text{Total de hojas evaluadas}}$$

1.3. CONTROL ORGÁNICO

El control de la enfermedad es posible mediante la aplicación de productos químicos, disponiéndose actualmente de fungicidas comerciales que controlan al mildiu en niveles aceptables de eficiencia. Sin embargo, esta forma de control conlleva una serie de dificultades para el productor y consecuencias desfavorables para el medio ambiente.

Pando y castellanos (2016), indica que en ataques severos se puede aplicar fungicidas recomendados para el mildiu, sin embargo, algunos pueden causar fitotoxicidad en la quinua y dejar residuos tóxicos en los granos que limitarían su comercialización. Además de aplicar el control cultural se puede emplear biofungicidas y otros productos recomendados en la producción orgánica de la quinua, estos son productos biodegradables y no dañan el medio ambiente. Aplicar extractos de plantas que poseen propiedades de control de hongos: ajos (*Allium sativum*), cola de caballo (*Equisetum arvense*), paico (*Chenopodium ambrosioides*). Las aplicaciones de estos extractos deben ser realizadas en forma preventiva o a los primeros síntomas. Es importante usar un adherente natural en base a cactáceas y es importante mojar totalmente la planta.

1.3.1. Ajo (*Allium sativum* L.)

El ajo es una planta que ha sido empleada por muchos pueblos de la antigüedad como alimento y medicina. Cuando crece en suelos ricos en minerales, proporciona una amplia gama de estos elementos (cobre, hierro, zinc, magnesio, selenio, entre otros) además de diversos compuestos de azufre, vitaminas A y C y varios aminoácidos. Sus hojas son alargadas y angostas, planas en la proximidad de la base y cilíndricas hacia el extremo y de puntas agudas. El bulbo, compuesto por numerosos bulbillos (dientes) cubiertos por una membrana papirácea, es la parte de la planta que se emplea como medicina (Millán, 2008).

a) Propiedades y aplicaciones

Tiene acción repelente, insecticida, nematocida, fungicida y bactericida. Se emplea para el control de organismos tales como pulgones, mosca blanca, polilla del tomate, escarabajos, gusanos, garrapatas, mildiús y royas en poroto (Millán, 2008).

b) Formas de utilización

1. Se muelen 100 g de ajo, se mezclan con 50 ml de aceite mineral y se deja reposar durante 24 horas. Luego se filtra y se agregan 450 ml de agua y 50 ml de agua enjabonada (10 g de jabón neutro). Para aplicar se diluye una parte de este preparado en 19 partes de agua. Se aplica por arriba y por debajo del follaje.
2. Se hierven 10 gramos de ajo por cada litro de agua y se deja reposar toda la noche. Luego se aplica al follaje cada dos días.

Es recomendable aplicar los preparados con ajo cuando la tierra está mojada, a una temperatura lo más fresca posible (puede ser muy temprano en la mañana, en horas anteriores o posteriores a la puesta del sol o en cualquier otro momento del día en que estén dadas estas condiciones) (Millán, 2008).

Mujica et al. (2013), citado por Pando y Castellanos (2016) sostiene que para preparar se trituran 10 cabezas de ajo y hervir en 5 litros de agua, dejar reposar durante dos días. Aplicar 5 litros del preparado en 15 litros de agua.

1.3.2. Cola de caballo (*Equisetum arvense* L.)

Es una hierba perenne, rizomatosa, robusta y áspera al tacto, debido a la presencia de incrustaciones de sílice. Los tallos son erectos, de hasta 3 a 4 m de altura, de color verde o verde grisáceo, con estrías longitudinales; de ellos emergen ramificaciones verticiladas. Las hojas presentan un tamaño muy reducido, tienen forma de escama y están soldadas entre sí a nivel de la base disponiéndose de manera verticilada. Es una planta originaria de América que crece en todo el país en zonas inundadas, en bañados y a orillas de ríos y arroyos. Es reconocida por sus propiedades medicinales, empleándose la planta entera para estos fines. Resulta tóxica para el ganado bovino y equino (Millán, 2008).

a) Propiedades y aplicaciones

Tiene propiedades fungicidas y actúa como agente desinfectante del suelo. Debido a su gran contenido en sílice se la puede emplear además, como agente protector que induce resistencia en las plantas.

b) Formas de utilización

Se utiliza 1 kg de la planta fresca en 20 litros de agua o la planta seca al 10 %. Se realiza una decocción durante no menos de 40-45 minutos y se emplea el agua para el riego (Millán, 2008).

Según Mujica et al. (2013) citado por Pando y Castellanos (2016) para preparar remojar la cola de caballo (planta seca) por 24 horas y hervir en cinco litros de agua a fuego lento durante una hora. Aplicar 5 litros del preparado en 15 litros de agua. Este preparado debe ser guardado en envase oscuro y solo por 3 días.

Según PROINPA (2013) citado por Pando y Castellanos (2016) para preparar picar 250 gramos de cola de caballo fresco y hacer hervir con dos litros de agua a fuego lento durante media hora (el volumen se reduce a un litro). Aplicar el preparado con 9 litros de agua. Utilizar un adherente de origen orgánico (Fuente: Fundación PROINPA 2013).

1.3.3. Paico (*Chenopodium ambrosioides* L.)

Es una hierba anual, bienal o perenne, erecta y de tallo ramificado, que puede alcanzar 1,5 m de altura. Las hojas son alargadas y de borde irregularmente dentado. Sus flores son pequeñas, de color verde y sin pétalos, reunidas en racimos. Posee un olor penetrante característico. Es utilizada con diversos fines medicinales pero a pesar de sus efectos terapéuticos puede provocar intoxicaciones importantes e incluso letales si no es empleada adecuadamente.

Es una planta originaria de América que se halla distribuida en todas las zonas templadas del mundo. En nuestro país, se desarrolla en la costa del Río de la Plata, en suelos modificados y a orillas de caminos, siendo frecuente encontrarla en las veredas o junto a paredes y escombros (Millán, 2008).

a) Propiedades y aplicaciones

Tiene actividad insecticida, nematocida, fungicida, antiviral y repelente.

b) Formas de utilización

1. Para su utilización en general (contra hongos, insectos, nemátodos, virus) se realiza un extracto acuoso dejando reposar 2 kg de planta machacada en 1 litro de agua durante 12 horas, luego se cuele. Para la aplicación al suelo se diluye 1 litro del preparado en 9 litros de agua; para su aplicación al follaje se utiliza 1 litro cada 15 litros de agua agregando 20 gramos de jabón neutro.
2. Para el control de hongos, además del extracto acuoso, se utiliza el polvo de hojas aplicado al suelo (Millán, 2008).

1.4. CONTROL QUÍMICO

1.4.1. Metalaxyl (*Fitoklin*)

Es un fungicida sistémico de amplio espectro que actúa en forma preventiva y curativa contra *Phytophthora*, *Pseudoperonospora*, *Pernospora*, *Bremia*, *Plasmopara*, etc. Posee propiedades antiesporulantes. Las finas partículas de este producto facilitan su aplicación vía sistema de riego o con cualquier equipo de aspersión. Actúa a través de un mecanismo de acción que interfiere la síntesis de proteínas, mediante la inhibición de la biosíntesis del RNA ribosomal. Su composición química consta de 350 g.kg⁻¹ de metalaxyl y 650 g.kg⁻¹ de ingredientes inertes. En quinua se recomienda aplicar Fitoklin solo hasta el inicio de la aparición de la inflorescencia (TQC, 2019).

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, perteneciente al distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, cuya ubicación geográfica se detalla a continuación:

Latitud Sur : 13°08'05"
Longitud Oeste : 74°32'00"
Altitud : 2750 msnm



Figura 2.1. Ubicación geográfica de la parcela experimental

2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

En la parcela que se destinó para realizar el presente trabajo experimental, en la campaña anterior 2018 – 2019 estuvo ocupado por cultivo de maíz morado.

2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Con la finalidad de determinar las características físicas y químicas del suelo de Canaán, se procedió a realizar el muestreo del suelo en la parcela experimental, tomando 20 muestras de la capa superficial a una profundidad de 20 cm, recorriendo el campo en diagonales, los mismos que se mezclaron uniformemente obteniendo una muestra representativa de 1 kg de peso y que posteriormente fueron remitidas para su análisis respectivo al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Resultados del análisis físico y químico de suelo del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho 2019

	Componentes	Contenido	Interpretación
Químicos	Materia orgánica (%)	1.51	Bajo
	N total (%)	0.08	Bajo
	P total (ppm)	35.7	Muy alto
	K disponible (ppm)	170.6	Muy alto
	pH	8.19	Ligeramente alcalino
	CIC	16.6	Medio
Físicos	Arena (%)	41.9	
	Limo (%)	25.0	
	Arcilla (%)	33.1	Franco arcilloso
	Clase textural	Franco arcilloso	

Fuente: Laboratorio de Suelos “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

De los resultados del análisis físico y químico del suelo en la tabla 2.1 y según las interpretaciones de Ibañez y Aguirre (1983), se concluye que es un suelo franco arcillosos, es ligeramente alcalino con un pH 8.19, el contenido de materia orgánica y N total es bajo (1.51% y 0.08% respectivamente), mientras que en el contenido de P

disponible y K disponible son muy altos (35.7 ppm y 170.6 ppm respectivamente), la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es de 16.6, siendo adecuado para la fertilidad del suelo.

A partir de este análisis se calculó la fórmula de abonamiento de 110-20-20 de NPK, empleándose para ello las fuentes de abonamiento: urea (46% N), Superfosfato Triple (46% P_2O_5) y Cloruro de Potasio (60% K_2O), además se agregó 1.0 t/ha de guano de isla.

2.4. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Los datos climatológicos corresponden a la estación meteorológica de INIA, propiedad de la oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho, ubicada entre las coordenadas de 13°10'09" Latitud Sur y 74°12'82" Longitud Oeste y a una altitud 2735 msnm, encontrándose en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga – Ayacucho.

Durante el periodo vegetativo la temperatura promedio máxima, media y mínima fue de 24.85°C, 17.26°C y 9.66°C, respectivamente. La precipitación total anual fue de 449.90 mm.

El balance hídrico presenta condiciones húmedas en el mes de diciembre del 2019 y un déficit de humedad de enero a abril del 2020. Durante la ejecución del experimento se manifestaron comportamientos meteorológicos con precipitaciones moderadas de 42.50 mm, 138.30 mm, 56.70 mm, 60.80 mm, 63.60 mm y 15.70 mm de noviembre 2019 a abril 2020 respectivamente, disminuyendo las precipitaciones en los últimos meses, coincidiendo con la época de cosecha.

Con respecto a la humedad relativa durante la realización del experimento, en el mes de noviembre del 2019 fue de 70.58%, incrementándose en diciembre del 2020 a 76.84% y luego disminuyendo en los meses de enero a abril del 2020 en 75.77%, 75.31%, 75.49% y 73.90% respectivamente.

El balance hídrico y las características meteorológicas se presentan a continuación.



Figura 2.2. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2019-2020 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho

2.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO

En el presente experimento se utilizaron dos variedades de quinua, la Blanca de Junín y Pasankalla, cuyas características principales se detallan a continuación:

2.5.1. Variedad Blanca de Junín

Apaza et al. (2013), menciona que es una variedad propia de la región central del Perú; se cultiva intensamente en la zona del valle del Mantaro, es variedad presenta dos tipos: la blanca y la rosada, que han sido mejoradas en la Estación Experimental del Mantaro.

- Adaptación : Valles interandinos hasta los 3500 msnm
- Periodo vegetativo : 160 a 180 días
- Altura de planta : 1,60 a 2,00 m
- Tipo de Panoja : Glomerulada laxa
- Longitud de panoja : 50 a 60 cm
- Rendimiento promedio : 2,50 t/ha
- Resistencia a enfermedades : Susceptible al Mildiu

2.5.2. Variedad INIA 415 Pasankalla

Apaza et al. (2013), menciona la variedad INIA 415-Pasankalla, es el resultado de seis años de investigación sistemática llevada a cabo por investigadores de la Estación Experimental Agraria Illpa-INIA en Puno.

- Adaptación : Altiplano entre 3800 a 3900 msnm
 - ❖ Valles interandinos entre 2750 a 3750 msnm
 - ❖ Costa entre 640 a 1314 msnm
- Periodo vegetativo : 144 días
- Altura de planta : 0,90 a 1,30 m
- Tipo de Panoja : Amarantiforme
- Longitud de panoja : 30 a 35 cm
- Rendimiento promedio : 3,54 t/ha
- Resistencia a enfermedades : Tolerante al Mildiu

2.6. DESCRIPCIÓN DE EXTRACTOS DE PLANTA BIOCIDA UTILIZADOS

2.6.1. Extracto de ajo (*Allium sativum* L.)

a) Principios activos

Los ingredientes activos del ajo son la aliína, alicina, cicloide de alitina y disulfato de dialil con múltiples funciones. El agente activo, la aliína, que cuando es liberada (al ser machacado o cortado) interactúa con una enzima llamada alinasa y de esta forma se genera la alicina, sustancia que contiene el olor característico y penetrante del ajo. También es rico en compuestos azufrados. En la agricultura, estos compuestos son útiles como repelentes de plagas como ácaros, mosquita blanca, pulgones y otros. También tienen efecto fungicida y bactericida, lo que lo hace muy útil en el control de enfermedades de los cultivos. Tanto los bulbos como las hojas contienen sustancias activas que se pueden extraer con agua, aceite o alcohol, y aplicarlas en los cultivos. La alicina presente en el extracto de ajo es un insecticida orgánico que actúa por ingestión, también actúa por contacto. Es sistémico de amplio espectro, es absorbido por el sistema vascular de la planta (López et al., 2005, citado por Chávez y Aquino, 2012).

b) Preparación

Se machacaron 100 gr de ajo, luego hervir los 100 gr machacados en un litro de agua durante 2 a 3 minutos. El extracto acuoso se dispone en envase de plástico durante 02 días, removiendo a intervalos de 2 horas aproximadamente. Para utilizar, colar y diluir en agua.

Se utilizó 1 litro de extracto de ajo en 10 litros de agua. Se utilizó una disolución del extracto de ajo al 10%, es decir para preparar un litro se utilizó 100 ml del extracto de ajo y 900 ml de agua. Se preparó 2 litros de extracto de ajo por mochila de 20 litros.

2.6.2. Extracto de cola de caballo (*Equisetum arvense* L.)

a) Principios activos

La cola de caballo se utiliza como fungicida, por su alto contenido de sílice y la presencia de una saponina tóxica para los hongos llamada equisetonina, las cuales son eficaces para el control de los diversos tipos de hongos que infectan a la planta como la roya, oidiosis, mildiu, *Phytophthora sp.*, *Botrytis sp.* Su principal mecanismo de acción se basa en que favorece el engrosamiento de las paredes celulares, lo que impide la penetración de los hongos. Su uso se recomienda como preventivo como curativo.

Además de estos componentes posee también flavonoides como “isoquercitósido”, “galuteolina”, “equisetrina”. Por último cabe destacar su riqueza en determinados ácidos orgánicos como nicotina, palustrina o dimetilsulfona. Todos estos componentes hacen que la cola de caballo sea uno de los fungicidas más eficaces en agricultura ecológica. Incluso se le reconoce cierta acción insecticida contra pulgones y araña roja (Tayupanta, 2012).

b) Preparación

Se cortaron trozos de 5 cm aproximadamente una cantidad de 2 kg de cola de caballo, luego se pone a macerar en 20 litros de agua en un recipiente de plástico durante dos semanas, removiendo el macerado cada 2 horas aproximadamente.

Se utilizó el 100% de la parte líquida del extracto de cola de caballo previamente colado, es decir se preparó 2 kg de cola de caballo macerado en 20 litros de agua, para una mochila de 20 litros.

2.6.3. Extracto de paico (*Chenopodium ambrosioides* L.)

a) Principios activos

El componente activo principal del paico es el aceite esencial ascaridol (de propiedades fúngico), que se forma en los pelos glandulares que existen en hojas, flores y frutos. Este aceite es el componente activo de mayor responsabilidad en las propiedades de la planta. Además, existen en el paico distintos aminoácidos, como el ácido oxálico y el ácido succínico. También se encuentran concentraciones variables de glucosa y ácido málico. Además tiene propiedades como insecticida, nematicida, antiviral y repelente (Tuesta, 2005).

b) Preparación

Se cortan trozos de 5 cm aproximadamente una cantidad de 2 kg de paico, luego se pone a macerar en 10 litros de agua en un recipiente de plástico durante cuatro días, removiendo el macerado cada 2 horas aproximadamente.

Se utilizó el 100% de la parte líquida del extracto de paico previamente colado, es decir se preparó 4 kg de cola de caballo macerado en 20 litros de agua, para una mochila de 20 litros.

2.6.4. Fungicida químico

- Se utilizó metalaxyl, que es un fungicida tipo polvo mojable cuyo nombre comercial es el fitoklin y se utilizó una dosis de 200 g/cil de agua.
- Se preparó 20 gr de metalaxyl por mochila de 20 litros de agua.
- La aplicación de metalaxyl se realizó como una práctica que normalmente es utilizada por los agricultores dedicados al cultivo de la quinua para el control del mildiu. La ficha técnica del fungicida metalaxyl se adjunta en el anexo 6.

2.7. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores considerados para el presente experimento son:

2.7.1. Variedades de quinua (v)

- v₁ : Blanca Junín
v₂ : INIA 415 Pasankalla

2.7.2. Extractos de plantas biocidas (e)

- e₁ : 100 gr de ajo en 10 l de agua
e₂ : 2 kg de cola de caballo en 20 l de agua
e₃ : 2 kg de paico en 10 l de agua
e₄ : Fungicida químico (metalaxyl 200 g/cil de agua)
e₅ : Sin aplicación

2.8. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

En la tabla 2.3 se aprecian los 10 tratamientos aplicados foliarmente. Se probó el efecto de tres extractos de tres plantas biocidas (100 g ajo en 10 l de agua, 2 kg de cola de caballo en 20 l de agua y 2 kg de paico en 10 l de agua), un fungicida químico a base de metalaxyl y un tratamiento sin ninguna aplicación.

Tabla 2.3. Tratamientos empleados para el control del mildiu en dos variedades de quinua

Tratamiento	Combinación	Descripción
T ₁	v ₁ x e ₁	Blanca Junín con 100 gr de ajo en 10 l de agua
T ₂	v ₁ x e ₂	Blanca Junín con 2 kg de cola de caballo en 20 l de agua
T ₃	v ₁ x e ₃	Blanca Junín con 2 kg de paico en 10 l de agua
T ₄	v ₁ x e ₄	Blanca Junín con fungicida metalaxyl (200 gr/cil de agua)
T ₅	v ₁ x e ₅	Blanca Junín sin aplicación
T ₆	v ₂ x e ₁	Pasankalla con 100 gr de ajo en 10 l de agua
T ₇	v ₂ x e ₂	Pasankalla con 2 kg de cola de caballo en 20 l de agua
T ₈	v ₂ x e ₃	Pasankalla con 2 kg de paico en 10 l de agua
T ₉	v ₂ x e ₄	Pasankalla con fungicida metalaxyl (200 gr/cil de agua)
T ₁₀	v ₂ x e ₅	Pasankalla sin aplicación

2.9. FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS

Los tratamientos en estudio para el control del mildiu fueron aplicados foliarmente fundamentalmente en forma preventiva y luego de acuerdo a la presencia del mildiu.

Tabla 2.4. Frecuencia de aplicación de los tratamientos en dos variedades de quinua

Cód.	Descripción	16/12	23/12	30/12	06/01	13/01	20/01	27/01	03/02	10/02
		26	33	40	47	54	61	68	75	82
		dds								
e ₁	100 gr ajo en 10 l de agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X
e ₂	2 kg cola de caballo en 20 l de agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X
e ₃	2 kg paico en 10 l de agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X
e ₄	F. Q.: Metalaxyl 200 gr/cil de agua	X		X		X		X		X
e ₅	Sin aplicación									

dds: días después de la siembra.

2.10. METODOLOGÍA

El experimento se realizó entre los meses de noviembre del 2019 hasta abril del 2020. El experimento consistió en el control del mildiu utilizando 03 extractos de plantas biocidas (100 gr de ajo en 10 l de agua, 2 kg de cola de caballo en 20 l de agua y 2 kg de paico en 10 l de agua), 01 fungicida químico (metalaxyl 200 g/cil de agua) y 01 tratamiento sin ninguna aplicación, en dos variedades de quinua, Blanca de Junín y Pasankalla.

La modalidad de siembra empleada fue en surcos a chorro continuo. Cada bloque estuvo dividido en 10 unidades experimentales con un área de 12.80 m² conformada por 2 surcos de 8 m de largo. Todas las unidades experimentales recibieron iguales: labores culturales y niveles de fertilización.

2.11. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la distribución de las unidades experimentales se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado (DBCR) aleatorizado mediante el diseño de parcelas divididas, adjudicándose las variedades a las parcelas y aplicación de extractos a las sub parcelas, estableciéndose 03 repeticiones y 10 tratamientos.

El modelo aditivo lineal que representa matemáticamente las relaciones existentes entre los factores considerados en el experimento es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + P_k + T_i + (PT)_{ik} + \beta_j + (T\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Es el valor observado de la variable respuesta en i-ésimo nivel de a, j-ésimo nivel de b, en el k-ésimo bloque.

μ = Es el efecto de la media general del ensayo.

P_k = Efecto del k-ésimo bloque.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento T de la parcela (factor "a").

$(PT)_{ik}$ = Error de parcelas (error "a").

β_j = Efecto del j-ésimo β de la sub parcela (factor "b").

$(T\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los tratamientos de la parcela y sub parcela (factores a y b).

ϵ_{ijk} = Error de la sub parcela (error "b")

$i = 1, 2, 3, \dots, 10$ tratamientos.

$j = 1, 2, 3$ bloques.

El análisis estadístico utilizado fue el Análisis de Varianza (ANVA) y la prueba de contraste de Tukey de las variables que resultaron significativos. Para lo cual se utilizó el software InfoStat para Windows.

2.12. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El campo experimental tiene las siguientes características:

a. De los bloques

Largo del bloque	: 16.00 m
Ancho del bloque	: 8.00 m
Área del bloque	: 128.00 m ²
Número de bloques	: 3.00

b. De las parcelas

Largo de la parcela	: 8.00 m
Ancho de la parcela	: 8.00 m
Área de la parcela	: 64.00 m ²
Número de parcelas/bloque	: 2.00

c. De las sub parcelas

Largo de la sub parcela	: 8.00 m
Ancho de la sub parcela	: 1.60 m
Área de la sub parcela	: 12.80 m ²
Número de sub parcela/bloque	: 10.00
Número de surcos por sub parcela	: 2.00

d. De las calles

Largo de la calle	: 8.00 m
Ancho de la calle	: 1.00 m
Área de la calle	: 8.00 m ²
Número de calles	: 2.00

e. Del Campo Experimental

Largo efectivo	: 48.00 m
Ancho efectivo	: 8.00 m
Área efectivo (bloques)	: 384.00 m ²
Área total de calles	: 16.00 m ²
Área total del experimento	: 400.00 m ²

La unidad experimental está conformada por 2 surcos del cultivo de quinua de 8.00 m de largo, 0.80 m de distancia entre surcos y una densidad de siembra de 10 kg.ha⁻¹, dejando luego en el raleo 15 plantas por metro lineal.

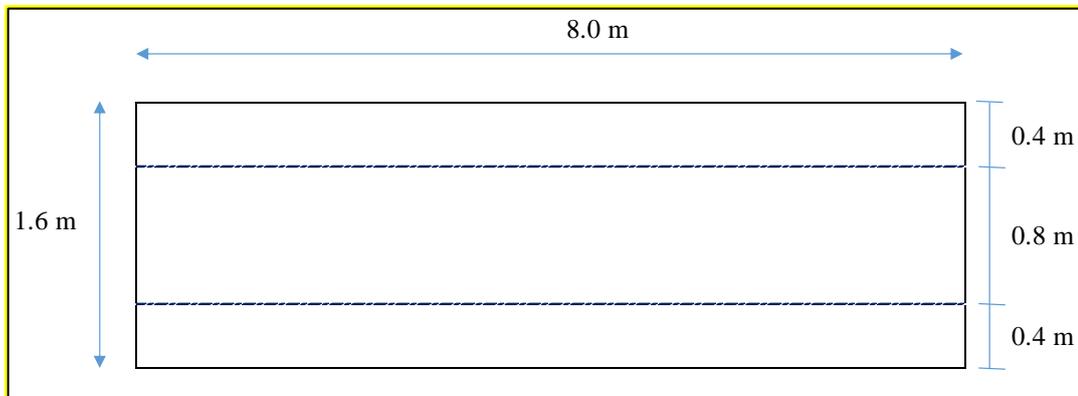


Figura 2.3. Esquema de la unidad experimental

La conformación de los 10 tratamientos a partir de los 2 factores (variedades de quinua y aplicación de extractos) se encuentran aleatorizados en cada uno de los 3 bloques, cuyo esquema se muestra en la figura 2.4.

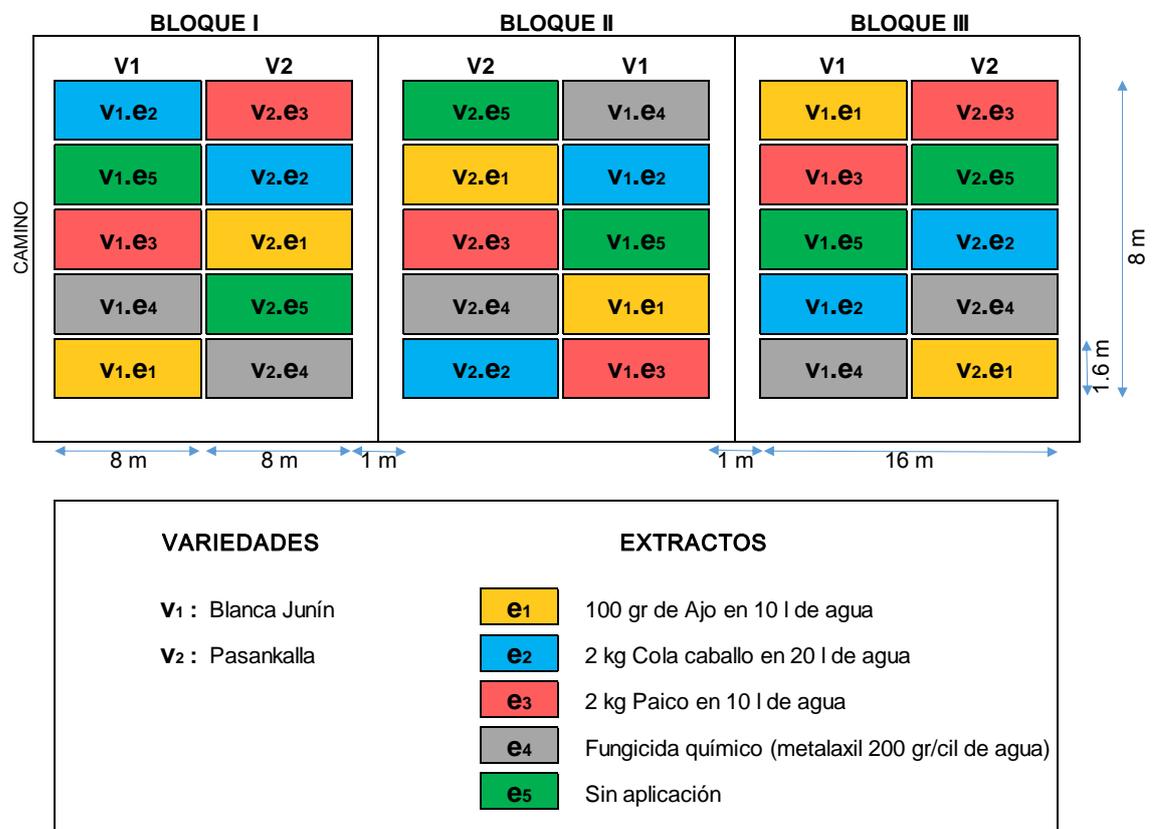


Figura 2.4. Esquema del campo experimental

2.13. VARIABLES DE EVALUACIÓN

2.13.1. Caracteres de sanidad

a) Porcentaje de incidencia del mildiu

El porcentaje de incidencia se obtuvo después de hacer evaluaciones en 10 plantas de cada unidad experimental, las cuales fueron tomadas al azar de la parte central del surco, donde se observó los signos típicos de la enfermedad. La intensidad se expresó en porcentaje (%), para luego ser promediados y sacar un solo dato de cada parcela por evaluación; se evaluó en 10 ocasiones distintas y con una frecuencia de 7 días.

Para el cálculo de la incidencia se utilizó la siguiente fórmula propuesta por (Danielsen y Ames, 2008).

$$\% \text{ Incidencia} = (\text{N}^\circ \text{ plantas enfermas} / \text{N}^\circ \text{ plantas totales}) \times 100$$

b) Grado de severidad del mildiu

El porcentaje de severidad foliar de toda la planta se obtuvo utilizando la escala adjunta en la figura 2.5, luego de realizar evaluaciones de las hojas afectadas en 10 plantas de cada unidad experimental, las cuales se tomaron al azar de la parte central, después se promediaron y se obtuvo un solo dato de cada parcela por evaluación; esta variable se evaluó al igual que la incidencia en 10 oportunidades distintas y con una frecuencia de 7 días.

Según Danielsen y Ames (2008), en la tabla 2.5 se muestra la escala de calificación del grado de resistencia al mildiu.

Tabla 2.5. Escala de evaluación de la reacción al mildiu en dos variedades de quinua

Escala	% de hoja infectado	Severidad
0	0	Inmune
1	0 - 10	Muy resistente
2	11 - 25	Moderadamente resistente
3	26 - 50	Moderadamente susceptible
4	51 - 100	Muy susceptible

Para la evaluación del porcentaje del área afectada de cada hoja se utilizó la escala adjunta propuesta por (Danielsen y Ames, 2008).

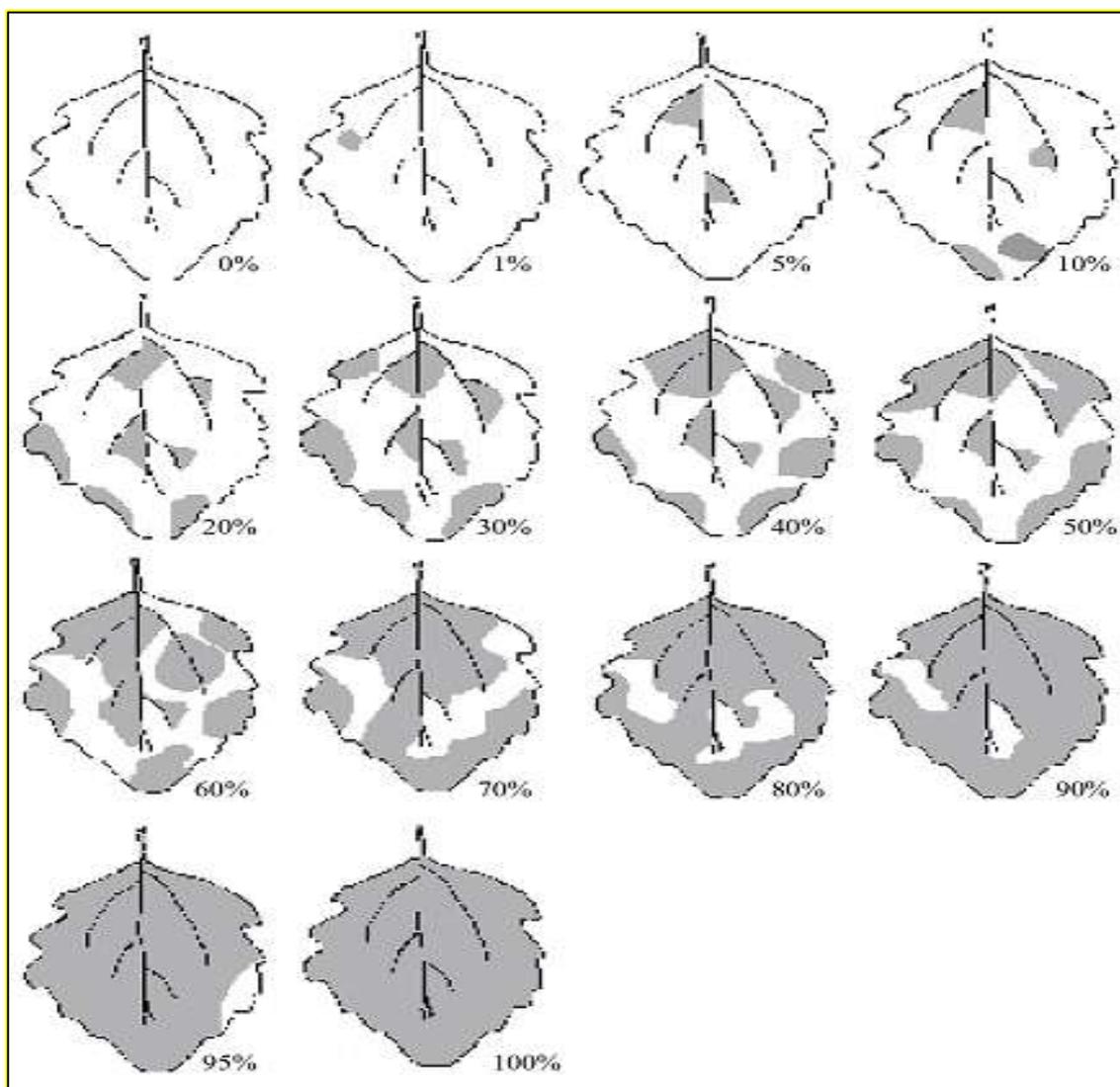


Figura 2.5. Escala para evaluar el porcentaje de área afectada de hoja en quinua

c) Análisis del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)

Para describir el desarrollo de la enfermedad con los diferentes tratamientos, se calculó el valor de las áreas bajo las curvas de progreso de la enfermedad (ABCPE), en base a mediciones de severidad, para lo cual se empleó la siguiente fórmula propuesta por (Danielsen y Ames, 2008).

$$ABCPE = \sum_i^{n-1} [(y_i + y_{i+1})/2] \times (t_{i+1} - t_i)$$

Donde n es el número de evaluaciones, y es la severidad y t es el número de días después de la siembra (dds) en que se hace la evaluación. Se incluye $(t, y) = (0, 0)$ como la primera evaluación.

2.13.2. Caracteres de precocidad

Las características de precocidad se evaluaron en 10 plantas competitivas, tomadas al azar de la parte central de los dos surcos. Para evaluar las características de precocidad, se registraron los días transcurridos desde la siembra hasta que inicie y culmine un determinado estado fenológico, registrándose en rango de días. Los estados fenológicos evaluados en cada parcela fueron:

a) Días a la emergencia

Se registró el número de días después de la siembra, cuando el 50% de las plántulas han emergido sobre la superficie del suelo.

b) Días a la formación de panoja

Se registró los días transcurridos a partir de la siembra, cuando más del 50% de las plantas presentaron la formación de la panoja principal que sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que lo conforman.

c) Días a la floración

Se registró los días transcurridos a partir de la siembra, cuando más del 50% de las plantas presentaron panojas con flores abiertas (antesis).

d) Días a la madurez fisiológica

Se registró los días transcurridos a partir de la siembra, cuando más del 50% de los granos de las panojas presentaron resistencia al ser presionados con las uñas.

e) Días a la madurez de cosecha

Se registró los días transcurridos a partir de la siembra, cuando más del 50% de las plantas presentaron defoliación de hojas y amarillamiento de los tallos.

2.13.3. Caracteres de productividad

a) Altura de planta (cm)

La medición se realizó en el momento de la madurez fisiológica; Para la medición se tomó 10 plantas al azar de la parte central de cada unidad experimental, midiendo desde el cuello de la planta hasta el ápice de la panoja, para lo cual se utilizó una wincha.

b) Diámetro del tallo (cm)

Para la medición se tomaron 10 plantas al azar de la parte central de la unidad experimental, considerando para su medición a 10 cm del nivel del suelo, utilizando para ello una regla graduada.

c) Longitud de panoja (cm)

Se tomó la medida de 10 plantas tomadas al azar de la parte central de cada unidad experimental, midiendo desde la base de la panoja hasta el extremo distal (ápice) de la misma. La medición se realizó en la madurez fisiológica, utilizando para ello una regla graduada.

d) Diámetro de panoja (cm)

La medición se realizó en la madurez fisiológica, tomando 10 plantas al azar de la parte central de cada una de las unidades experimentales, midiendo el diámetro de la panoja en la parte más ancha, utilizando una regla graduada.

e) Peso de panoja (g)

La medición se realizó en la madurez a la cosecha, para lo cual se cosecharon 10 panojas tomadas al azar de la parte central de cada unidad experimental, las cuales se pesaron por separado y así determinar el peso de la panoja.

f) Peso de 1000 semillas (g)

Para la medición se tomaron el peso de 500 semillas maduras y secas tomadas al azar de cada unidad experimental, por tres repeticiones para luego sacar el promedio y éstas fueron inferidas al peso de 1000 semillas.

g) Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

El rendimiento de cada unidad experimental se determinó cosechando las panojas de la parte central de los dos surcos dejando 0.5 m en la base y cabecera de la sub parcela por efecto de bordes, pesando la cantidad de grano obtenido en cada sub parcela, para luego ser inferido en kg/ha mediante una regla de tres simple.

2.13.4. Rentabilidad económica

Se determinó en base a los beneficios actualizados y el costo de producción por hectárea que se realizó para cada tratamiento. Para el cálculo del Índice de Rentabilidad (I.R.) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{I.R.} = (\text{Utilidad neta}/\text{Costo total})$$

2.14. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a) Preparación del terreno

La preparación del suelo se realizó con una pasada de arado de discos y otra de rastra en forma cruzada el día 15 de noviembre del 2019, luego se realizó las labores de desterronado y nivelación el día 18 de noviembre con el uso de azadones.

b) Demarcación del campo experimental

Se realizó el día 19 de noviembre del 2019, de acuerdo al diseño experimental, delimitando en bloques, calles y parcelas, utilizando para ello wincha, estacas y cordel.

c) Abonamiento

El abonamiento se realizó de manera uniforme en todas las unidades experimentales, en forma manual a chorro continuo, en el fondo del surco y en dos momentos, el primero el día 20 de noviembre del 2019 momentos previos a la siembra y la segunda al momento del aporque el 27 de diciembre del 2019. Según el análisis de suelo obtenido se recomendó un nivel de abonamiento de 110-20-20 de NPK, utilizando para este fin urea, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio. En el primer abonamiento se utilizó el 50% del nitrógeno y el 100% de fósforo y potasio, agregando a ello materia orgánica a base de guano de isla en una dosis de 1.0 t.ha^{-1} ; y el 50% restante del nitrógeno se aplicó al momento del aporque. El abonamiento se realizó manualmente a chorro continuo en el fondo del surco, luego se cubrió con una capa de suelo para evitar el contacto con la semilla.

d) Siembra

Previo a la siembra se realizó la desinfección de las semillas con fungicida Rhizolet-T, con la finalidad de evitar el ataque de la chupadora fungosa y garantizar la germinación al 100%.

La siembra se realizó el día 20 de noviembre del 2019 a una densidad de 10 kg.ha⁻¹, colocando las semillas manualmente a chorro continuo en el surco en una sola hilera, posteriormente estas semillas fueron tapadas ligeramente para lograr una germinación uniforme. Ambas variedades fueron sembradas el mismo día de acuerdo a la randomización asignada.

e) Riego

Se aplicó riegos complementarios a las precipitaciones pluviales, en los periodos donde hubo ausencia de precipitaciones, utilizando para ello el método de riego por goteo. Los riegos se realizaron en ocho oportunidades, siendo el primero inmediatamente después de la siembra el día 20 de noviembre del 2019 y posteriormente se realizaron el 08 de enero, 07, 15 y 29 de febrero, 08 y 25 de marzo y el 11 de abril del 2020.

f) Raleo

Esta labor se realizó manualmente el día 16 de diciembre del 2019 a los 26 días después de la siembra cuando las plantas tuvieron 20 cm de altura en promedio, dejando aproximadamente 15 plantas por metro lineal. Esta labor se realizó juntamente con el control de malezas en todo el área del experimento.

g) Aporque

Se realizó el día 27 de diciembre del 2019, a los 37 días después de la siembra, juntamente con el segundo abonamiento, con la finalidad de brindar estabilidad a las plantas. Esta labor se realizó manualmente usando para ello azadones en la totalidad del experimento.

h) Colocación de rastrojo

Esta labor se realizó manualmente inmediatamente después del aporque, el mismo día 27 de diciembre del 2019. Esta labor consistió en colocar los rastrojos de quinua entre los surcos del cultivo en forma homogénea y en la totalidad del experimento, con la finalidad de controlar las malezas.

i) Control fitosanitario (aplicación del extracto de plantas)

La primera aplicación preventiva, se realizó el 16 de diciembre del 2019 a los 26 días después de la siembra. Las demás aplicaciones con extractos de plantas biocidas se

realizaron regularmente cada 7 días haciendo un total de 9 aplicaciones. El tratamiento con metalaxyl se realizó en 5 oportunidades, con una frecuencia de 15 días según las recomendaciones en la ficha técnica del producto, intentando simular la práctica acostumbrada de los agricultores para el control del mildiu. La aplicación de los extractos de plantas biocidas se realizó foliarmente con la ayuda de una mochila fumigadora de 20 litros, en horas de la mañana, mojando completamente las plantas.

j) Evaluación del grado de incidencia y severidad

La primera evaluación se realizó el día 11 de diciembre del 2019. A los 21 días después de la siembra. Las evaluaciones tanto para el porcentaje de incidencia como para el grado de severidad se realizaron dos días después de cada aplicación de los tratamientos en cada unidad experimental, con una frecuencia de 7 días, haciendo un total de 10 evaluaciones.

k) Cosecha

La cosecha se realizó de acuerdo a la madurez de las panojas, cortando en las primeras horas de la mañana para evitar la caída de los granos, luego se procedió al secado, trilla y venteo de las semillas. Se cosechó en forma manual y por separado cada unidad experimental. La cosecha se realizó en dos oportunidades, el día 30 de marzo del 2020 se cosechó la variedad Pasankalla y el 30 de abril se cosechó la variedad Blanca de Junín, es decir a los 131 y 162 días después de la siembra respectivamente.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DE LOS CARACTERES DE SANIDAD

3.1.1. Porcentaje de incidencia del mildiu

En la tabla 3.1 se muestra el Análisis de Variancia del porcentaje de incidencia del mildiu causada por *Peronospora variabilis* en dos variedades de quinua, en la cual se observa una alta significación estadística en las fuentes de variación de los efectos principales de variedad y extracto para el porcentaje de incidencia del mildiu en quinua y en la interacción de variedades y extracto de plantas biocidas, este resultado nos permite realizar el análisis de los efectos simples de variedades en cada aplicación de extracto de plantas biocidas. El coeficiente de variación es de 2.11%, indicando una buena precisión en los resultados.

Tabla 3.1. Análisis de variancia del porcentaje de incidencia del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm-Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	12.87	6.43	3.94	0.2025 ns
Variedad (V)	1	440.83	440.83	269.90	0.0037 **
Error (a)	2	3.27	1.63	0.53	0.5979
Extracto (E)	4	397.47	99.37	32.31	<0.0001 **
Variedad x Extracto	4	59.33	14.83	4.82	0.0096 **
Error (b)	16	49.20	3.08		
Total	29	962.97			

C.V. = 2.11 %

En la figura 3.1 se muestra la prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para la incidencia del mildiu en dos variedades de quinua, donde en la variedad Blanca de Junín con el tratamiento sin aplicación presentó el valor más alto de incidencia con 90.67%, seguido de los tratamientos con extracto de paico, cola de caballo y ajo con 89.33%, 87.67% y 84.00% respectivamente sin mostrar diferencia

estadística entre ellos, tampoco existe diferencia estadística significativa entre el tratamiento sin aplicación y el fungicida metalaxyl que presentó el valor más bajo con 82.33%. En la variedad Pasankalla la más alta incidencia se reportó con el tratamiento sin aplicación con 82.67%, seguido de los tratamientos con extracto de cola de caballo, paico y ajo con 82.33%, 80.33 y 80.00% respectivamente sin diferencia significativa entre ellos: La incidencia más baja se presentó con la aplicación de metalaxyl con 70.33%.

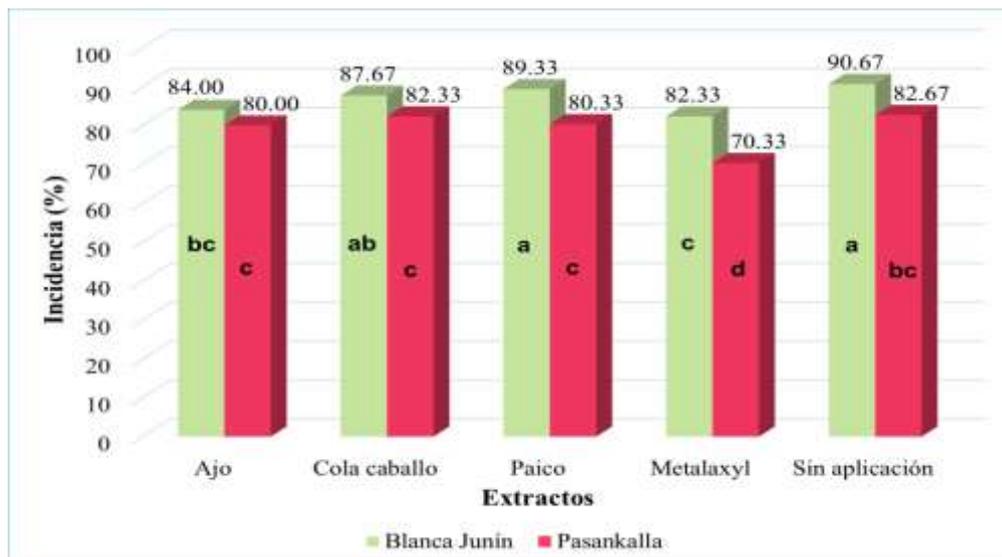


Figura 3.1. Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para la incidencia del mildiu en dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho

De los resultados se deduce, que la variedad Pasankalla es más tolerante que la variedad Blanca de Junín, debido que en todos los tratamientos con extractos de plantas biocidas presenta menor valor.

Apaza et al. (2013), en su libro Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú, menciona que la variedad Blanca de Junín es susceptible al ataque del mildiu, mientras que la variedad Pasankalla es más tolerante; esta afirmación se demuestra con los resultados obtenidos para las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación.

Danielsen y Ames (2008), menciona que debido a la manera de disseminación del mildiu en el campo de cultivo de quinua a través del viento, la incidencia no es un parámetro apropiado para distinguir la tolerancia o susceptibilidad entre cultivares, pues en

cultivares con alto nivel de resistencia, la incidencia del mildiu en años propicios para el desarrollo de la enfermedad frecuentemente alcanza el 100%. Esta afirmación contrasta con los resultados obtenidos en el presente experimento ya que la variedad Pasankalla considerado como resistente al mildiu reportó un alto valor promedio de casi 80% de incidencia.

En general el tratamiento con extracto de las tres plantas biocidas no tuvieron efecto positivo en el control de la incidencia del mildiu en las dos variedades de quinua debido a que la incidencia no se puede controlar por la forma de diseminación de la enfermedad que puede ser a través del viento u otro mecanismo. La variedad Blanca de Junín presentó un mayor porcentaje de incidencia del mildiu con 90.67% por ser una variedad susceptible, superando estadísticamente a la variedad Pasankalla que tuvo 82.67% de incidencia considerado como una variedad tolerante al ataque del mildiu.

3.1.2. Grado de severidad del mildiu

En la tabla 3.2 se muestra el Análisis de Variancia del grado de severidad del mildiu causada por *Peronospora variabilis* en dos variedades de quinua, en la cual se observa una significación estadística en la fuente de variación de los efectos principales de variedad para el grado de severidad del mildiu en quinua y una alta significación estadística en la fuente de variación de los efectos principales de extractos de plantas biocidas, este resultado nos permite realizar el análisis de los efectos principales de variedades y de aplicaciones de extractos de plantas biocidas como respuesta a la enfermedad del mildiu causada por *Peronospora variabilis*. El coeficiente de variabilidad es de 3.13%, indicando una buena precisión en los resultados.

Tabla 3.2. Análisis de variancia del grado de severidad del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	1.12	0.56	0.65	0.6062 ns
Variedad (V)	1	17.27	17.27	20.00	0.0465 *
Error (a)	2	1.73	0.86	1.41	0.2723
Extracto (E)	4	170.87	42.72	69.91	<0.0001 **
Variedad x Extracto	4	2.57	0.64	1.05	0.4124 ns
Error (b)	16	9.78	0.61		
Total	29	203.34			

C.V. = 3.13 %

En la figura 3.2 se muestra la prueba de Tukey de efectos principales de dos variedades de quinua para el grado de severidad del mildiu, donde la variedad Blanca de Junín reporta el mayor grado de severidad con 25.73% y el menor grado la variedad Pasankalla con 24.21%, existiendo diferencia estadística entre ellos.

Asimismo, en la figura 3.2 se observa la prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para el grado de severidad del mildiu, donde con el tratamiento sin aplicación se obtuvo una mayor severidad con 29.16%, superando estadísticamente a los extractos de cola de caballo, paico y ajo con 25.04%, 24.79% y 24.07% respectivamente, no existiendo diferencia estadística significativa entre ellos. El menor porcentaje de severidad se obtuvo con la aplicación de metalaxyl con 21.80% diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos.

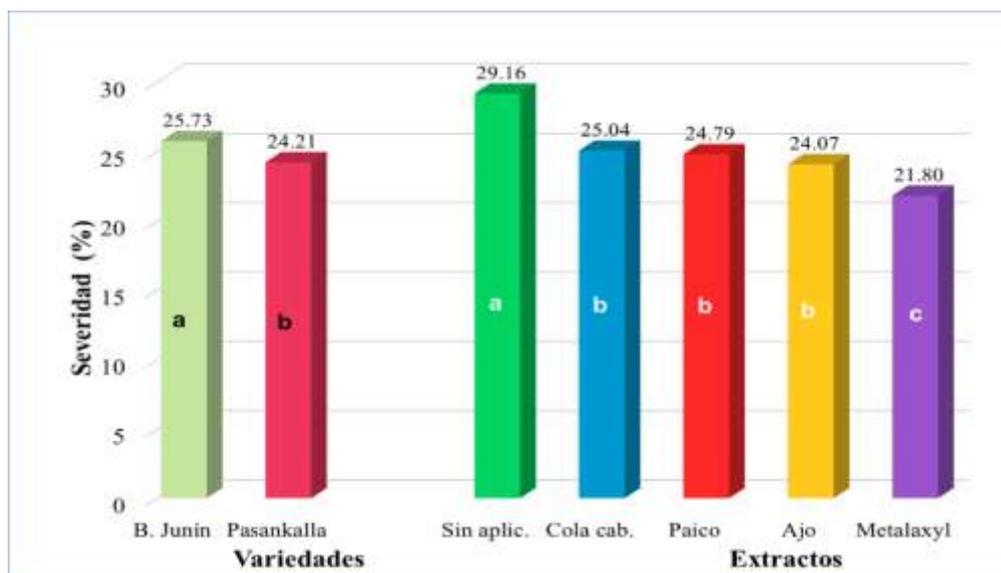


Figura 3.2. Prueba de Tukey de efectos principales de dos variedades de quinua y extracto de plantas biocidas para el grado de severidad del mildiu. Canaán 2750 msnm – Ayacucho

Con respecto a las variedades, considerando la clasificación propuesta por Danielsen y Ames (2008) presentada en la tabla 2.5, se puede observar que la variedad Blanca de Junín puede ser clasificada como moderadamente susceptible y la variedad Pasankalla como moderadamente resistente para las condiciones en la que se realizó el experimento, concordando con lo mencionado por Apaza *et al.* (2013) que menciona que la variedad Blanca de Junín es susceptible y variedad Pasankalla es resistente a la enfermedad del mildiu causada por *Peronospora variabilis*.

Los resultados obtenidos para el grado de severidad, están dentro de los rangos indicados por Otazú et al. (1975) y Salas (1977) citado por Arapa (2006) quienes mencionan que para las condiciones de Puno reportan porcentajes de 10 a 30% de severidad y que bajo condiciones favorables del medio ambiente algunas variedades susceptibles pueden ser afectados en un 100%. Danielsen y Ames (2008), mencionan que en la mayor parte de la zona andina las condiciones ambientales son ideales para el desarrollo del mildiu durante los meses de lluvias con temperaturas frescas y humedad relativa alta mayor al 80%, lo cual coincide con la presencia de la enfermedad con mayor grado de intensidad en los meses de diciembre y enero, donde según la tabla 2.2 hubo presencia de precipitaciones de 138.30 y 56.70 mm y humedad relativa de 76.40 y 75.77% respectivamente y la temperatura osciló entre 17 y 25 °C. En las figuras 3.3 y 3.4 se observa el progreso de la enfermedad del mildiu durante el periodo que se evaluó en las variedades de Blanca de Junín y Pasankalla con los tratamientos aplicados, notándose con mayor intensidad en los meses de diciembre y enero, coincidiendo con las épocas de lluvia según constan en la tabla 2.2 y figura 2.2.

Con respecto a las aplicaciones con extractos de plantas biocidas, los tres extractos tuvieron efecto positivo en el grado de severidad de la enfermedad del mildiu, causada por *Peronospora variabilis*, sin diferencia estadística entre ellos pero sí con el tratamiento con metalaxyl. La mayor severidad se reporta con el tratamiento sin aplicación con 29.16%.

El efecto positivo de los tres extractos de plantas biocidas en el control del mildiu, se deben al principio activo que poseen cada uno de las plantas utilizadas, poseen propiedades antifúngicas, bactericidas y repelentes, lo que hace muy útil en el control de plagas y enfermedades de los cultivos. Así según López et al. (2005), citado por Chávez y Aquino (2012), la alicina presente en el extracto de ajo es un fungicida orgánico de amplio espectro, que es absorbido por el sistema vascular de la planta. Tayupanta (2012), menciona que la cola de caballo por su alto contenido de sílice y la presencia de una saponina tóxica para los hongos llamada equisetonina es eficaz para el control de los diversos tipos de hongos que infectan a la planta. Tuesta (2005), menciona que el componente activo principal del paico es el aceite esencial ascaridol que tiene propiedades fúngicas, insecticidas, nematocidas y repelentes.

El extracto de ajo es utilizado de manera clásica en los trabajos de investigación sobre las propiedades antifúngicas de los extractos vegetales, dando la mayoría de la veces resultados positivos; según López *et al.* (2005), citado por Chávez y Aquino (2012), mencionan que para condiciones *in vitro* en concentraciones de 5 y 10% el extracto de ajo inhibe el 68.5 y 69.8% respectivamente el crecimiento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, por lo que se deduce que a mayor concentración del extracto de ajo, mayor es el efecto inhibitorio; Martens (2006) utilizando en campo el extracto de ajo, obtuvo un 90% de control de la enfermedad Septoriosis del tomate, estos resultados varían con lo obtenido en el presente experimento y las causas pueden influir en la dosis de aplicación utilizados, modo de preparación, factores climáticos o por tratarse de otro hongo y en otro cultivo.

Tuesta (2005) menciona que el extracto de paico utilizado en el control del hongo *Stemphylium solani* en tomate en condiciones de maceta presentó una eficacia de 54.01% a una concentración de 20 ml/litro de agua y al incrementar la concentración a 40 ml/litro de agua disminuye su eficacia a 40.41%, es decir a mayor dosis muestra menor eficacia. Las propiedades medicinales y los taninos presentes en las hojas de paico Aellen y Brack (1970), sustentan su poder fúngico que tiene esta planta. Hoyos (2016), determinó que la acción fúngica *in vitro* del extracto etanólico del paico es mayor el porcentaje de inhibición del crecimiento del hongo *Fusarium oxysporum* del espárrago a mayor concentración del extracto, siendo las concentraciones de 8 y 12% las más óptimas para inhibir al patógeno.

Llivicura (2018), menciona que los extractos etanólicos de *Equisetum arvense* son poco eficientes para el control *in vitro* del crecimiento micelial del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz del tomatillo. Tayupanta (2012), menciona que en condiciones *in vitro* en el cultivo de lechuga, el extracto de cola de caballo (*Equisetum arvense*) presentó la mayor acción fungicida para el hongo Botrytis (*Botrytis cinerea*) como para el hongo del mildiu (*Bremia lactucae*) a una dosis de 50 g de planta entera en 10 ml de agua.

Según las afirmaciones mencionadas líneas arriba, los tres tratamientos con extractos de plantas biocidas tuvieron efecto en el control del grado de severidad del mildiu en las dos variedades de quinua, obteniéndose el menor grado de severidad con el extracto de

ajo con 24.07%, seguido de paico con 24.79% y por último el extracto de cola de caballo con 25.04%.

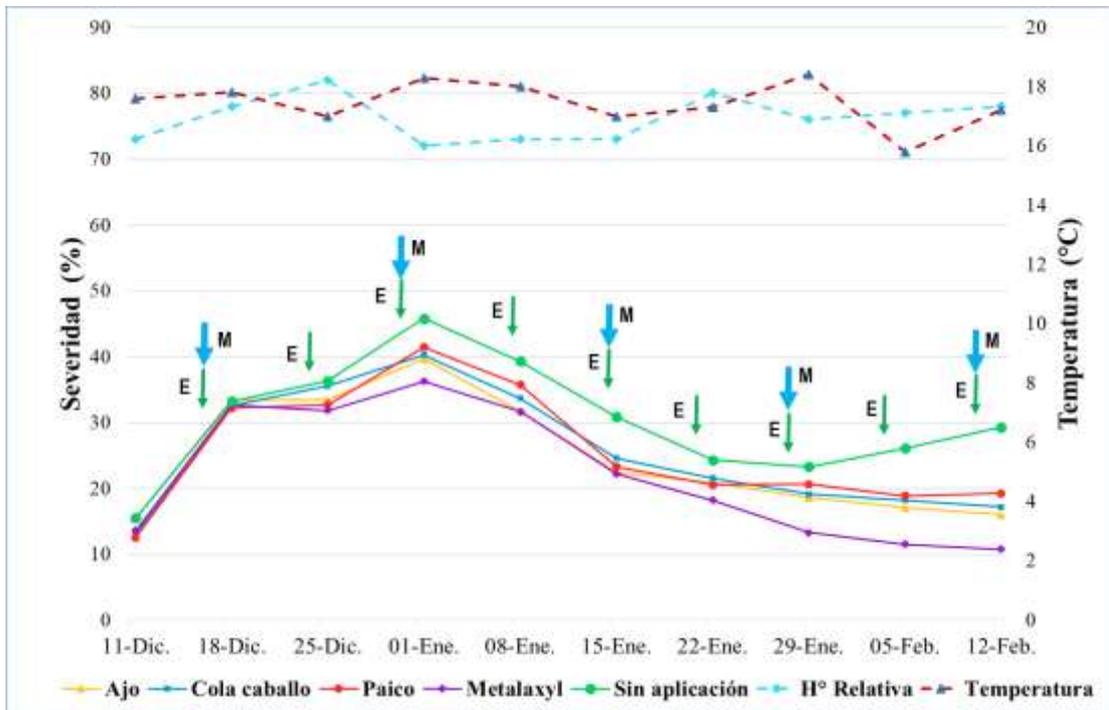


Figura 3.3. Curva de progreso de la enfermedad como respuesta a la aplicación de extracto de plantas biocidas en la variedad Blanca de Junín. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

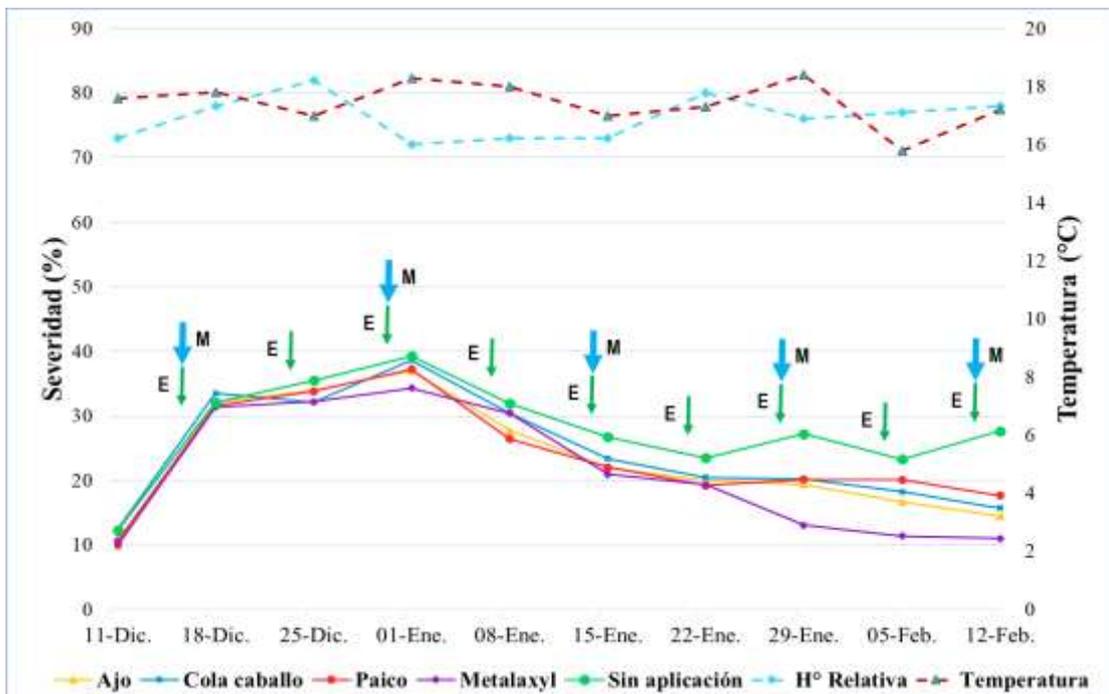


Figura 3.4. Curva de progreso de la enfermedad como respuesta a la aplicación de extracto de plantas biocidas en la variedad Pasankalla. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Según las figuras 3.3 y 3.4, se puede apreciar un incremento de la severidad de la enfermedad desde la primera evaluación, observándose el pico más alto de la enfermedad a los 42 días después de la siembra en las dos variedades y luego una reducción de la severidad desde los 42 días hasta los 84 días de evaluación. León (2003) y Risco (2014) encontraron incrementos de la enfermedad en los tratamientos estudiados entre los 55 y 60 días, explicando que esto probablemente se debe a que las plantas en este periodo emplean toda la energía para el crecimiento vegetativo que se expresa en una mayor masa foliar y que favorece la formación de microambientes favorables para el desarrollo del patógeno y una menor energía para emplear los mecanismos de defensa contra los estreses bióticos. De igual modo Kumar et al. (2006), citado por Calixtro (2017), señala que el valor más alto de ABCPE fue observado a los 65 días en un estudio realizado en la India con diferentes genotipos de quinua. Todos estos autores señalan la posterior disminución de la intensidad de la enfermedad expresada en un menor ABCPE; lo que también fue observado en la presente investigación.

En general los tratamientos con extractos de plantas biocidas tuvieron efecto positivo en el control de la enfermedad del mildiu causada por *Peronospora variabilis* en las variedades de quinua. Los efectos de los tres extractos de plantas biocidas fueron casi similares, variando ligeramente. La enfermedad se vio favorecida por las condiciones climáticas de los meses de diciembre y enero. Las temperaturas mínimas estuvieron en un promedio de 11°C y las máximas 24°C.

La humedad ambiental tuvo un rango de 75 a 77% y la precipitación de 57 a 138 mm, para estos meses (tabla 2.2). Durante el periodo de crecimiento los meses con mayor precipitación fueron diciembre y enero (tabla 2.2). Estos valores de los componentes del clima son similares a aquellos reportados como favorables para el hongo. Alandia et al. (1979), indicó que el mildiu para su desarrollo requiere de humedad relativa mayor a 80 % y temperatura entre 15 a 25°C. Bonifacio (2006) citado por Calixtro (2017) indicó que el mildiú es favorecido por una humedad del ambiente alta y temperaturas relativamente frescas. Por otro lado Kitz (2008) citado por Calixtro (2017) señala que niveles de baja humedad (60 a 70 por ciento) también favorecieron el desarrollo de la enfermedad.

Si bien es cierto los factores determinantes para el desarrollo del mildiu son la alta humedad relativa (>80 %) y las temperaturas oscilantes entre 18 a 22°C, bajo las condiciones ambientales del lugar donde se realizó el experimento, uno de los factores claves fueron las precipitaciones que generaron periodos de humedad favorables para la infección y permitieron el desarrollo del patógeno.

Con respecto a los tratamientos con extractos de plantas biocidas aplicadas y según las afirmaciones mencionadas ya en el ítem anterior del grado de severidad, los tres tratamientos con extractos de plantas biocidas tuvieron efecto en el control de la enfermedad del mildiu causada por el hongo *Peronospora variabilis* en las dos variedades de quinua, las tres aplicaciones tuvieron los mismos efectos variando ligeramente sin diferencia estadística entre ellos, pero sí con el tratamiento sin aplicación, obteniéndose el menor valor del ABCPE con el extracto de ajo con 1587.51, seguido de paico con 1630.12 y por último el extracto de cola de caballo con 1650.91.

3.1.3. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE)

En la tabla 3.3 se muestra el Análisis de Variancia del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) del mildiu causada por *Peronospora variabilis* en dos variedades de quinua, en la cual se observa una alta significación estadística en la fuente de variación de efectos principales de la aplicación de extractos para el ABCPE del mildiu en quinua, este resultado nos permite realizar el análisis de los efectos principales. El coeficiente de variabilidad es de 3.37%, indicando una buena precisión en los resultados.

Tabla 3.3. Análisis de variancia del ABCPE del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	6063.47	3031.74	0.88	0.5306 ns
Variedad (V)	1	63333.80	63333.80	18.48	0.0501ns
Error (a)	2	6853.15	3426.57	1.12	0.3510
Extracto (E)	4	626822.01	156705.50	51.15	<0.0001 **
Variedad x Extracto	4	11256.16	2814.04	0.92	0.4772 ns
Error (b)	16	49020.63	3063.79		
Total	29	763349.23			

C.V. = 3.37 %

En la figura 3.5 se muestra la prueba de Tukey de efectos principales para el ABCPE del mildiu con aplicación de extracto de plantas biocidas, el tratamiento sin aplicación presentó el valor más alto del ABCPE con 1893.32, seguido del extracto de cola de caballo, paico y ajo con 1650.32, 1630.12 y 1587.51 respectivamente, sin que exista diferencia estadística significativa entre ellos, pero sí con el tratamiento sin aplicación. El fungicida metalaxyl obtuvo el menor valor del ABCPE con 1446.75, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

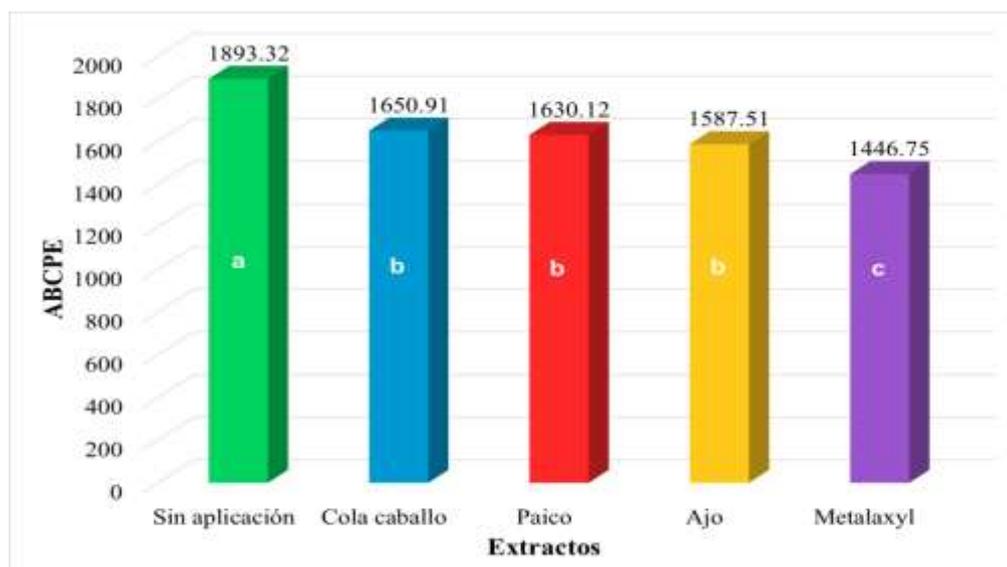


Figura 3.5. Prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para el ABCPE del mildiu en dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

3.2. DE LOS CARACTERES DE PRECOCIDAD

En la tabla 3.4 se muestra los cinco estados fenológicos en las dos variedades de quinua Blanca de Junín y Pasankalla aplicando extractos de plantas biocidas para el control del mildiu, donde se puede apreciar que la emergencia ocurre a los 5 días después de la siembra en todos los tratamientos. La diferencia en las variedades empieza a notarse a partir de la etapa de formación de panojas en un rango de 6 días, de igual manera esta diferencia se nota en las etapas de floración con rango de 10 días, madurez fisiológica y madurez de cosecha con rango de 31 días en ambos casos. El estado de madurez fisiológica es el mejor indicador de precocidad que está influenciada por el carácter varietal de los genotipos estudiados, siendo en la variedad Blanca de Junín a los 156 días después de la siembra y en la variedad Pasankalla a los 125 días; siendo la variedad Pasankalla la más precoz, lo que está demostrado correlativamente en los diferentes estados fenológicos de las dos variedades estudiadas.

Llamocca (2018) en Canaán a 2750 msnm reporta que la variedad Blanca de Junín llega a la madurez fisiológica entre los 151 y 156 días después de la siembra. Asimismo Morote (2014), en el Centro Experimental de Canaán – Ayacucho, determinó que la madurez fisiológica de la quinua variedad Blanca de Junín se alcanza entre los 155 y 160 días después de la siembra, mientras que en la variedad Pasankalla se dio entre los 125 y 130 días, resultados que son similares a lo encontrado para ambas variedades en la presente investigación.

Pérez (2014), en el valle de Yucaes – Tambillo a 2535 msnm, reporta que la variedad Blanca de Junín llega a la madurez fisiológica entre los 145 y 155 días después de la siembra y la variedad Pasankalla entre los 115 y 125 días después de la siembra, resultados que son similares a lo hallado en el presente trabajo de investigación, siendo la variedad Pasankalla la más precoz y la Blanca de Junín se comporta como un genotipo semitardía. En general la aplicación de extracto de plantas biocidas en quinua con la finalidad de controlar el mildiu, no tuvieron efecto en los estados fenológicos de las dos variedades de quinua, la variedad Pasankalla la más precoz y la variedad Blanca de Junín se muestra como un genotipo semitardía llegando a la madurez fisiológica a los 156 días después de la siembra.

Tabla 3.4. Estados fenológicos en número de días de la siembra de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Variedad	Tratamiento	Extracto	Código	Emergencia	Formación de panoja	Floración	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
V1: Blanca de Junín	T ₁	e ₁	v ₁ x e ₁	5	47	85	156	162
	T ₂	e ₂	v ₁ x e ₂	5	47	85	156	162
	T ₃	e ₃	v ₁ x e ₃	5	47	85	156	162
	T ₄	e ₄	v ₁ x e ₄	5	47	85	156	162
	T ₅	e ₅	v ₁ x e ₅	5	47	85	156	162
V2: Pasankalla	T ₆	e ₁	v ₂ x e ₁	5	41	75	125	131
	T ₇	e ₂	v ₂ x e ₂	5	41	75	125	131
	T ₈	e ₃	v ₂ x e ₃	5	41	75	125	131
	T ₉	e ₄	v ₂ x e ₄	5	41	75	125	131
	T ₁₀	e ₅	v ₂ x e ₅	5	41	75	125	131

3.3. DE LOS CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD

3.3.1. Altura de planta

En la tabla 3.5 se muestra el Análisis de Variancia de la altura de planta de dos variedades de quinua, en la cual se observa una alta significación estadística en la fuente de variación de variedades y extracto de plantas biocidas, este resultado nos permite realizar el análisis de los efectos principales de las dos variedades y de las aplicaciones de extractos de plantas biocidas como respuesta a la enfermedad del mildiu causada por *Peronospora variabilis*. El coeficiente de variabilidad es de 1.12%, indicando una buena precisión en los resultados del experimento.

Tabla 3.5. Análisis de variancia de la altura de planta de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	5.75	2.88	0.19	0.8416 ns
Variedad (V)	1	18792.02	18792.02	1229.55	0.0008 **
Error (a)	2	30.57	15.28	4.38	0.0305
Extracto (E)	4	699.21	174.80	50.07	<0.0001**
Variedad x Extracto	4	7.59	1.90	0.54	0.7064 ns
Error (b)	16	55.86	3.49		
Total	29	19591.01			

C.V. = 1.12 %

En la figura 3.6 se muestra la prueba de Tukey de efectos principales de dos variedades de quinua para la altura de planta, donde la variedad Blanca de Junín reporta la mayor altura de planta con 191.34 cm y la más baja la variedad Pasankalla con 141.28 cm, existiendo diferencia estadística entre ellos. En la misma figura 3.6 se observa la prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para la altura de planta de quinua, donde con el tratamiento con metalaxyl se obtuvo una mayor altura con 174.76 cm, seguido del extracto de ajo, paico y cola de caballo con 167.59 cm, 165.12 cm y 163.70 cm respectivamente, sin que exista diferencia estadística entre ellos, pero sí con el tratamiento sin aplicación reportando el menor valor con 160.37 cm, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

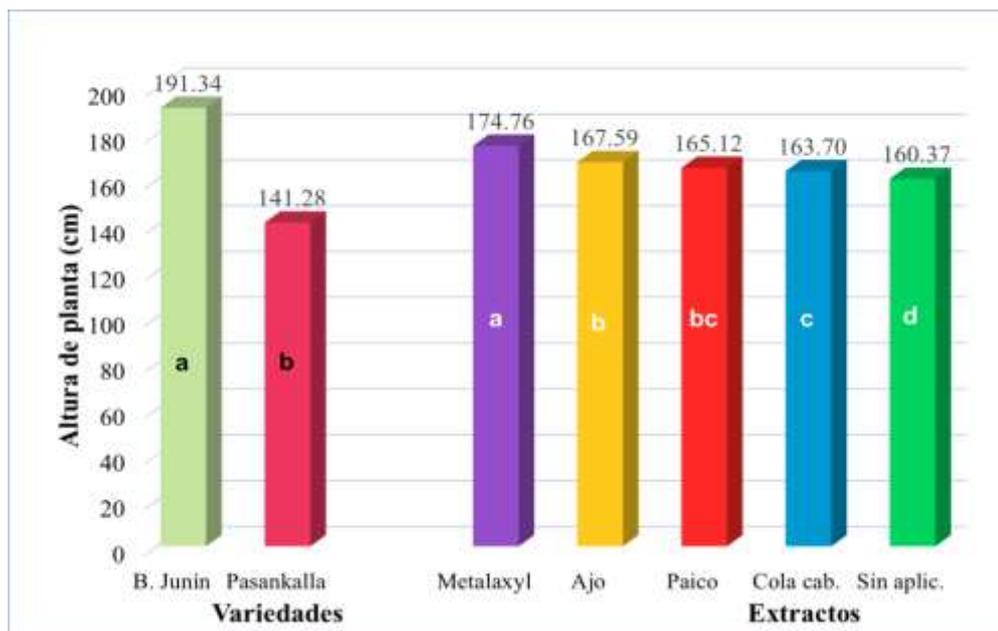


Figura 3.6. Prueba de Tukey de efectos principales de dos variedades de quinua y extracto de plantas biocidas para la altura de planta de quinua (cm). Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Con respecto a las variedades, Morote (2014) en Canaán a 2750 msnm como respuesta a tres densidades de siembra bajo sistema de labranza mínima, reporta que la variedad Blanca de Junín a la madurez fisiológica presentó una altura de 161.01 cm, mientras que en la variedad Pasankalla presentó una altura de 145.73 cm. Asimismo Llamocca (2018), también en Canaán a 2750 msnm como respuesta a la aplicación de 6 t.ha^{-1} de gallinaza en la variedad Blanca de Junín obtuvo una altura de 181.00 cm. Núñez (2018), en Canaán INIA a 2735 msnm al evaluar la fenología de cuatro variedades de quinua en dos épocas de siembra, reporta la altura para la variedad Blanca de Junín de 168.41 cm y una altura de 136.89 cm para la variedad Pasankalla. Estos resultados en la variedad Blanca de Junín son menores a lo hallado en el experimento, mientras que en la variedad Pasankalla está dentro del rango.

León (2003), en su libro Cultivo de quinua en Puno, manifiesta que la quinua de los valles se caracterizan porque tienen un gran desarrollo que pueden llegar de 2 a 2.5 m de altura, a la cual pertenece la variedad Blanca de Junín. Por lo que se puede concluir que la altura de planta de quinua depende de la variedad, manejo, medio ambiente e interacción del factor genético y medioambiental.

Con respecto a la aplicación con extracto de plantas biocidas, se puede observar que las tres aplicaciones tuvieron casi los mismos efectos con respecto a la altura de planta, variando ligeramente sin diferencia estadística entre ellos, pero sí con el tratamiento sin aplicación, confirmando así que la aplicación de los tres extractos tuvieron efecto positivo, lográndose mayor altura con el extracto de ajo con 167.59 cm, seguido del extracto de paico y cola de caballo con 165.12 y 163.70 cm respectivamente y el más bajo se obtuvo con el tratamiento sin aplicación con 160.37 cm, estadísticamente diferente a las aplicaciones con extractos. La explicación del comportamiento de la altura de planta en el tratamiento sin ninguna aplicación se ve influenciado por el daño que ocasiona el mildiu al tejido foliar de la planta, por lo que tuvo menos capacidad de realizar la fotosíntesis. Danielsen y Ames (2008), mencionan que el efecto conocido del mildiu es la defoliación, en un campo afectado se observa a menudo la presencia de plantas con desarrollo limitado o completamente enanizadas. Pando y Castellanos (2016), menciona que los mayores daños de la enfermedad del mildiu se presentan en las hojas, provocando la reducción del área fotosintética de la planta, la enfermedad provoca el enanismo y la defoliación prematura.

3.3.2. Diámetro de tallo

En la tabla 3.6 se muestra el Análisis de Variancia del diámetro de tallo de dos variedades de quinua, en la cual se observa una alta significación estadística en las fuentes de variación de variedad y extracto y una significación estadística en la interacción de variedades y extracto de plantas biocidas, este resultado permite realizar el análisis de los efectos simples de variedades por aplicaciones de extractos. El coeficiente de variación es de 1.44%, indicando una buena precisión en los resultados.

Tabla 3.6. Análisis de variancia del diámetro de tallo de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	0.000027	0.000013	0.01	0.9898 ns
Variedad (V)	1	0.39	0.39	303.22	0.0033 **
Error (a)	2	0.0026	0.0013	2.96	0.0805
Extracto (E)	4	0.12	0.03	66.25	<0.0001 **
Variedad x Extracto	4	0.01	0.0021	4.71	0.0106 *
Error (b)	16	0.01	0.00044		
Total	29	0.53			

C.V. = 1.44 %

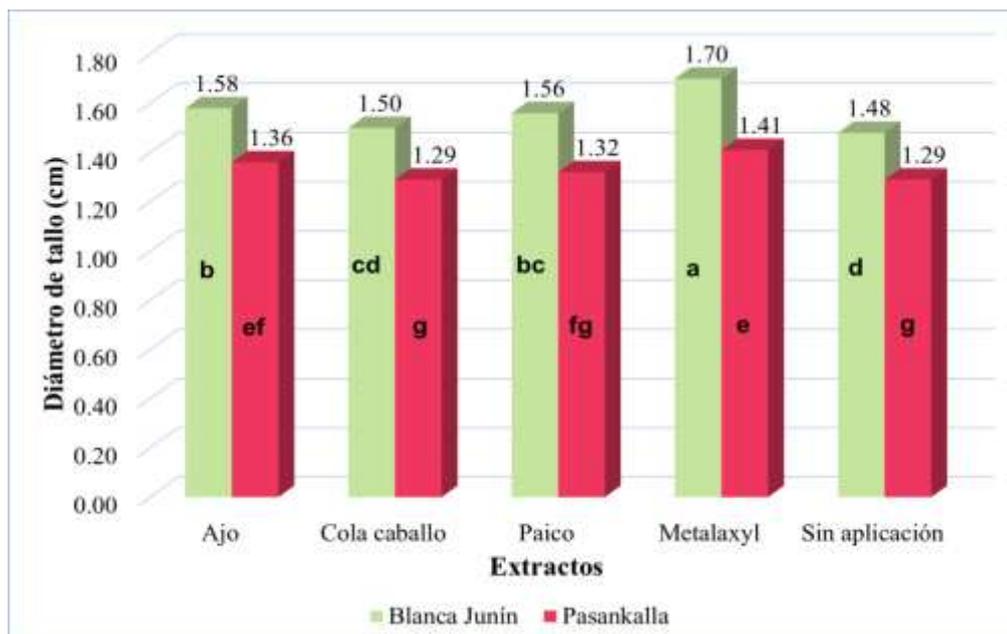


Figura 3.7. Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para el diámetro de tallo (cm) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho

En la figura 3.7 se muestra la prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para el diámetro de tallo de dos variedades de quinua. En la variedad Blanca de Junín con la aplicación de metalaxyl se obtuvo el valor más alto de diámetro de tallo con 1.70 cm, seguido de los tratamientos con extracto de ajo, paico y cola de caballo con 1.58, 1.56 y 1.50 cm respectivamente, sin mostrar diferencia estadística entre ellos, pero sí con el metalaxyl y el menor valor presentó el tratamiento sin aplicación con 1.48 cm, estadísticamente similar a los tres extractos. En la variedad Pasankalla igualmente el mayor valor en diámetro de tallo se obtuvo con el fungicida metalaxyl con 1.41 cm, seguida de los tratamientos con extracto de ajo y paico con 1.36, 1.32 cm sin diferencia significativa entre ellos. El menor valor se obtuvo con el extracto de cola de caballo y el tratamiento sin aplicación, ambos con 1.29 cm.

En general en las dos variedades de quinua la aplicación de extracto de plantas biocidas no afectaron el diámetro de tallo, existiendo diferencia estadística entre variedades, esta variación es debido al genotipo varietal y a la resistencia al ataque del mildiu, ya que la variedad Pasankalla tuvo menos grado de severidad que la Blanca de Junín.

Pando y Castellanos (2016), en su libro Guía de cultivo de la quinua, menciona que existen dos tipos de tallo, una de hábito ramificado con ramas laterales con la base

bastante amplia (ecotipos de valle) a la cual pertenece la variedad Blanca de Junín y otra de hábito sencillo con un solo tallo bien definido (ecotipos del altiplano), asimismo el diámetro de tallo está influenciado por el genotipo, densidad de siembra, nutrientes y otros factores.

3.3.3. Longitud de panoja

En la tabla 3.7 se muestra el Análisis de Variancia de la longitud de panoja de dos variedades de quinua, en la cual se observa una alta significación estadística en la fuente de variación de variedades y extracto de plantas biocidas, este resultado nos permite realizar el análisis de los efectos principales de las dos variedades y de las aplicaciones de los extractos de plantas biocidas como respuesta a la enfermedad del mildiu causada por *Peronospora variabilis*. El coeficiente de variabilidad es de 1.90%, indicando una buena precisión en los resultados del experimento.

Tabla 3.7. Análisis de variancia de la longitud de panoja de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	8.72	4.36	0.83	0.5472 ns
Variedad (V)	1	5230.10	5230.10	993.13	0.0010 **
Error (a)	2	10.53	5.27	3.00	0.0784
Extracto (E)	4	133.14	33.29	18.95	<0.0001 **
Variedad x Extracto	4	16.18	4.04	2.30	0.1033 ns
Error (b)	16	28.11	1.76		
Total	29	5426.78			

C.V. = 1.90 %

En la figura 3.8 se muestra la prueba de Tukey de efectos principales de extractos de plantas biocidas para la longitud de panoja de dos variedades de quinua, donde la variedad Blanca de Junín reporta la mayor longitud de panoja con 83.00 cm y la más baja la variedad Pasankalla con 56.60 cm, habiendo una alta significación estadística entre las dos variedades.

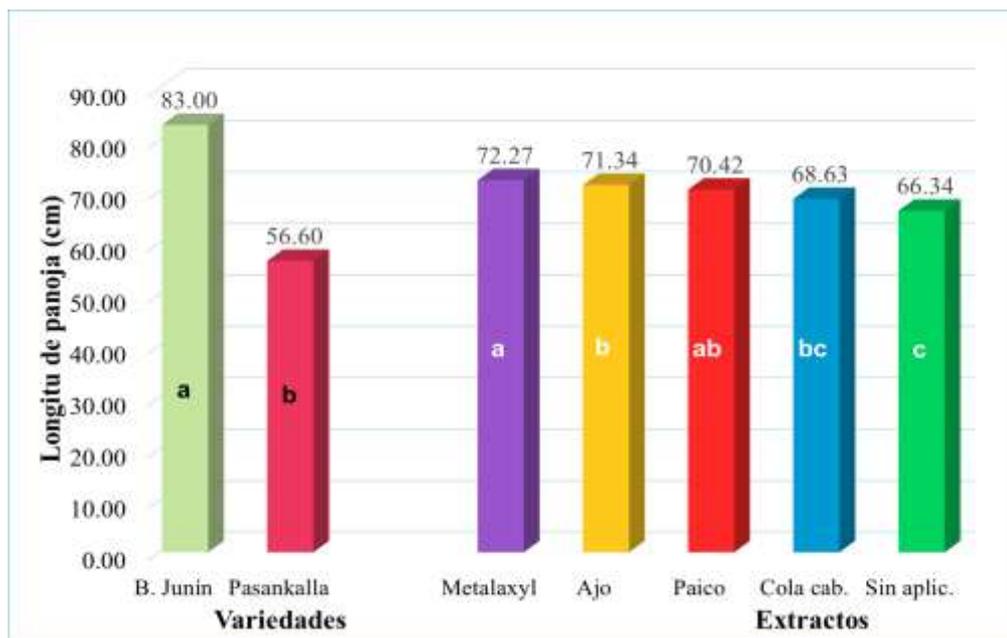


Figura 3.8. Prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para la longitud de panoja (cm) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Asimismo en la figura 3.8 se observa la prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para la longitud de panoja, donde con la aplicación de metalaxyl se obtuvo una mayor longitud con 72.27 cm, seguido de los extractos de ajo, paico y cola de caballo con 71.34, 70.42 y 68.63 cm respectivamente, sin que exista diferencia estadística entre ellos, tampoco con el fungicida metalaxyl; y la menor altura se obtuvo con el tratamiento sin aplicación con 66.34 cm, siendo estadísticamente similar a los demás tratamientos.

Con respecto a las variedades, Llamocca (2018) en Canaán a 2750 msnm como respuesta a la aplicación de 6 t.ha⁻¹ de gallinaza en la variedad Blanca de Junín obtuvo una longitud de panoja de 81.07 cm, siendo ligeramente inferior a lo hallado en el presente experimento. Pérez (2014), en el valle de Yucaes – Tambillo a 2535 msnm reporta una longitud de panoja para la variedad Blanca de Junín de 59.40 cm y una longitud de 49.70 cm para la variedad Pasankalla. Bautista (2015), como respuesta a la aplicación de 4 t.ha⁻¹ de gallinaza, en la variedad Blanca de Junín reportó una longitud de panoja de 73.50 cm, mientras que en la variedad Pasankalla reportó 43.30 cm de longitud de panoja. Estos resultados en ambas variedades varían siendo inferiores a los hallados en el experimento.

Apaza (2005), en su libro Manejo y mejoramiento de quinua orgánica, menciona sin precisar la variedad, que la longitud de la panoja varía entre 29 a 55 cm, estos resultados son para Puno, siendo casi similares a la variedad Pasankalla del presente experimento. Pando y Castellanos (2016), menciona que la inflorescencia es una panoja con una longitud variable de 15 a 70 cm. En general se debe resaltar que la mayor o menor longitud de las panojas en el cultivo de la quinua, se debe a su hábito de crecimiento, es decir al carácter varietal, asimismo la longitud final es un carácter que está fuertemente influenciado por el ambiente.

Con respecto a la aplicación con extracto de plantas biocidas, se puede observar que las tres aplicaciones no tuvieron efectos con respecto a la longitud de panoja, siendo casi similares el metalaxyl y el tratamiento sin aplicación, encontrándose todos los tratamientos dentro de los rangos de longitud de panoja mencionados anteriormente, ya que depende del carácter varietal.

3.3.4. Diámetro de panoja

En la tabla 3.8 se muestra el Análisis de Variancia del diámetro de la panoja de dos variedades de quinua, en la cual se observa una alta significación estadística en la fuente de variación de variedades y extracto de plantas biocidas, este resultado nos permite realizar el análisis de los efectos principales de las dos variedades y de las aplicaciones de los extractos de plantas biocidas como respuesta a la enfermedad del mildiu causada por *Peronospora variabilis*. El coeficiente de variabilidad es de 5.37%, indicando una buena precisión en los resultados del experimento.

Tabla 3.8. Análisis de variancia del diámetro de panoja de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	0.76	0.38	0.21	0.8261 ns
Variedad (V)	1	1054.35	1054.35	581.26	0.0017 **
Error (a)	2	3.63	1.81	2.41	0.1113
Extracto (E)	4	43.90	10.97	14.60	<0.0001**
Variedad x Extracto	4	6.03	1.51	2.01	0.1420 ns
Error (b)	16	12.02	0.75		
Total	29	1120.70			

C.V. = 5.37 %

En la figura 3.9 se muestra la prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para el diámetro de panoja de dos variedades de quinua, donde la variedad Blanca de Junín reporta el mayor diámetro de panoja con 22.06 cm y la más baja la variedad Pasankalla con 10.21 cm, habiendo una alta significación estadística entre las dos variedades. Asimismo en la figura 3.9 se observa la prueba de Tukey de efectos principales para el diámetro de panoja con la aplicación de extracto de plantas biocidas, donde con el tratamiento con metalaxyl se obtuvo el mayor diámetro con 17.63 cm, seguido de los extractos de ajo, paico y cola de caballo con 17.26, 15.99 y 15.53 cm respectivamente, sin que exista diferencia estadística entre ellos, tampoco con el tratamiento sin aplicación. El menor diámetro se obtuvo con el tratamiento sin aplicación con 14.28 cm, siendo estadísticamente similar a los demás tratamientos.

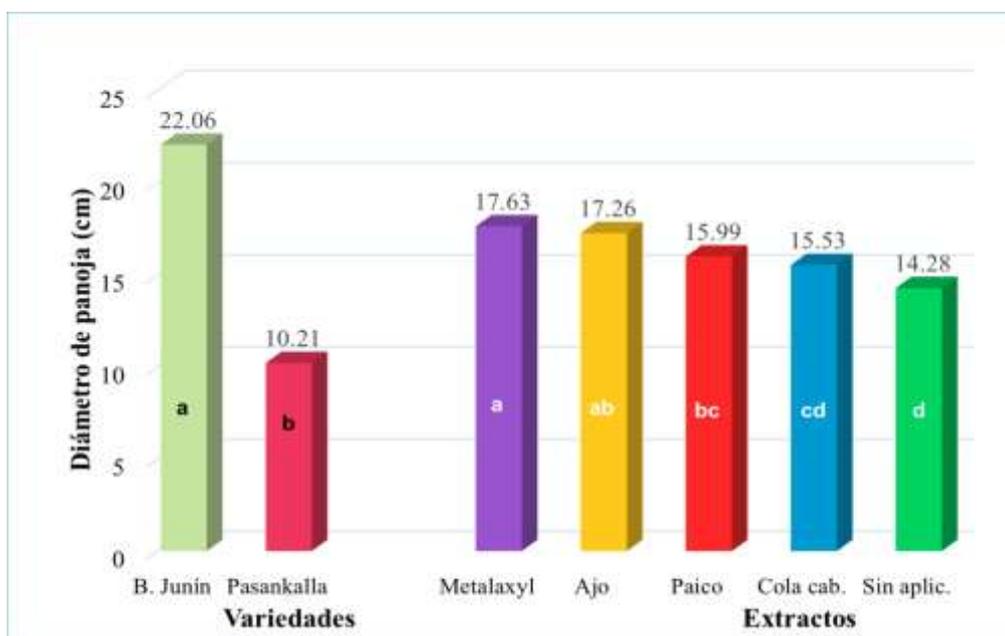


Figura 3.9. Prueba de Tukey de efectos principales de extracto de plantas biocidas para el diámetro de panoja (cm) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Con respecto a las variedades, Morote (2014) en Canaán a 2750 msnm como respuesta a tres densidades de siembra de quinua bajo sistema de labranza mínima y abonamiento con 80-40-20 de NPK, en la variedad Blanca de Junín obtuvo un diámetro de panoja de 13.70 cm y en la variedad Pasankalla un diámetro de 9.31 cm. Estos valores reportados se encuentran por debajo de lo obtenido en el presente trabajo de investigación, lo cual se puede explicar debido al manejo agronómico del cultivo bajo condiciones de

labranza mínima, nivel de abonamiento (110-20-20), control efectivo de plagas y enfermedades, entre otros.

Garamendi (2014) en su trabajo de manejo de nutrientes por sitio específico y con un abonamiento de 140-90-70 de NPK obtuvo un diámetro de panoja de 25 cm en la variedad Blanca de Junín, lo cual es superior a lo hallado en el presente trabajo de investigación.

Con respecto a la aplicación de extracto de plantas biocidas, se puede observar que las tres aplicaciones con extracto de plantas biocidas no tuvieron efectos con respecto al diámetro de panoja, siendo casi similares al tratamiento con metalaxyl y al tratamiento sin aplicación, encontrándose todos los tratamientos dentro de los rangos del diámetro de panojas mencionados anteriormente, ya que depende del carácter varietal.

3.3.5. Peso de panoja

En la tabla 3.9 se muestra el Análisis de Variancia del peso de panoja de dos variedades de quinua, en la cual se observa una alta significación estadística en las fuentes de variación de variedad y extracto y en la interacción de variedades y extracto de plantas biocidas, este resultado nos permite realizar el análisis de los efectos simples de variedades en cada aplicación de extracto de plantas biocidas. El coeficiente de variación es de 1.80%, indicando una buena precisión en los resultados del trabajo de investigación.

Tabla 3.9. Análisis de variancia del peso de panoja de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	0.78	0.39	0.05	0.9505 ns
Variedad (V)	1	11544.41	11544.41	1532.28	0.0007 **
Error (a)	2	15.07	7.53	2.59	0.1059
Extracto (E)	4	1530.83	382.71	131.68	<0.0001**
Variedad x Extracto	4	235.76	58.94	20.28	<0.0001**
Error (b)	16	46.50	2.91		
Total	29	13373.36			

C.V. = 1.80 %

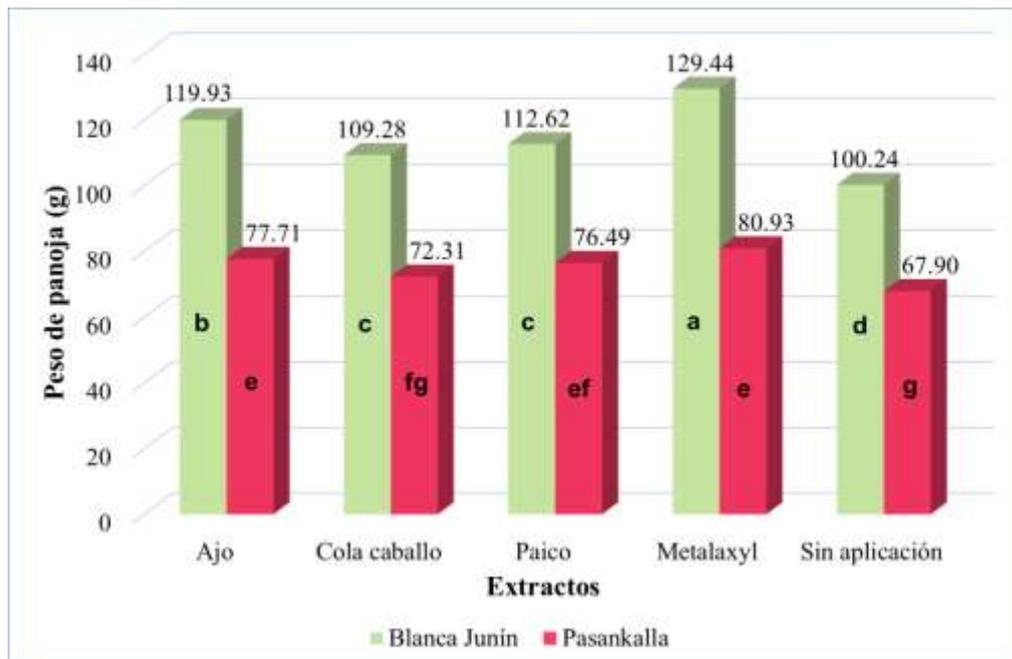


Figura 3.10. Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para el peso de panoja (g) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

En la figura 3.10 se muestra la prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para el peso de panoja en dos variedades de quinua. En la variedad Blanca de Junín el fungicida metalaxyl presentó el mayor valor en peso de panoja con 129.44 g, seguido del tratamiento con extracto de ajo con 119.93 g, mostrando diferencia estadística con el tratamiento sin aplicación, luego los extractos de paico y cola de caballo con 112.62 y 109.28 g respectivamente, sin mostrar diferencia estadística entre ellos, pero sí con tratamiento sin aplicación y el menor valor con el tratamiento sin aplicación con 100.24 g, mostrando diferencia estadística a los demás tratamientos. En la variedad Pasankalla igualmente el mayor valor en peso de panoja se obtuvo con el testigo químico con 80.93 g, seguida de los tratamientos con extracto de ajo, paico y cola de caballo con 77.71, 76.49 y 72.31 g, respectivamente sin diferencia significativa entre ellos, tampoco al tratamiento sin aplicación y el menor valor lo obtuvo el tratamiento sin aplicación con 67.90 g, sin diferencia estadística a los demás tratamientos.

En general la aplicación de extracto de plantas biocidas en la variedad Blanca de Junín tuvieron efecto positivo en el peso de panoja, presentando mayor diferencia el extracto de ajo con 119.93 g, mientras que los extractos de paico y cola de caballo tuvieron casi los mismos efectos con 112.62 y 109.28 g respectivamente. En la variedad Pasankalla

los tratamientos con extractos de plantas biocidas tuvieron poco efecto, pero sí existiendo diferencia estadística entre variedades, esta variación es debido al genotipo varietal, factores climáticos y a la resistencia al ataque del mildiu, ya que la variedad Pasankalla tuvo menos grado de severidad que la Blanca de Junín.

Choquecagua (2011) en Canaán a 2735 msnm, al evaluar 25 colecciones de quinua de grano blanco y de acuerdo al análisis de variancia de los coeficientes de regresión múltiple sobre el rendimiento, determinó que la variable peso de panoja es la que interviene de manera directa sobre el rendimiento. Por esta razón, se debe tener cuidado con el manejo agronómico, en especial de la densidad de plantas, se han encontrado panojas que pueden rendir hasta 500 g, dependiendo del genotipo, lugar donde se desarrolla, fertilización y especialmente el control de plagas y enfermedades.

3.3.6. Peso de 1000 semillas

En la tabla 3.10 se muestra el Análisis de Variancia del peso de 1000 semillas de dos variedades de quinua, en la cual se observa una significación estadística en la fuente de variación de variedad y en la interacción de variedad y extracto de plantas biocidas y una alta significación estadística en la fuente de variación extracto de plantas biocidas, este resultado nos permite realizar el análisis de los efectos simples de variedades en cada aplicación de extracto de plantas biocidas. El coeficiente de variación es de 1.24%, indicando una buena precisión en los resultados del presente trabajo de investigación.

Tabla 3.10. Análisis de variancia del peso de 1000 semillas de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	0.01	0.003	0.46	0.6829 ns
Variedad (V)	1	0.70	0.700	98.57	0.0100*
Error (a)	2	0.01	0.010	4.51	0.0280
Extracto (E)	4	0.21	0.050	33.38	<0.0001**
Variedad x Extracto	4	0.03	0.010	4.14	0.0172 *
Error (b)	16	0.03	0.002		
Total	29	0.98			

C.V. = 1.24 %

En la figura 3.11 se muestra la prueba de Tukey de efectos simples de variedades de quinua en cada una de las aplicaciones de extracto de plantas biocidas para el peso de

1000 semillas. En la variedad Blanca de Junín con la aplicación del fungicida metalaxyl se obtuvo el mayor valor de peso de mil semillas con 3.22 g, seguido de los tratamientos con extracto de ajo, paico y cola de caballo con 3.07, 3.05 y 3.03 g respectivamente, sin mostrar diferencia estadística entre ellos, pero sí con el metalaxyl y con el tratamiento sin aplicación y el valor más bajo presentó el tratamiento sin aplicación con 2.89 g mostrando diferencia estadística con los demás tratamientos. En la variedad Pasankalla igualmente el mayor valor en peso de mil semillas se reportó con la aplicación del metalaxyl con 3.45 g, seguida de los tratamientos con extracto de ajo, paico y cola de caballo con 3.43, 3.33 y 3.30 g, respectivamente, sin diferencia significativa entre ellos, tampoco al metalaxyl y el tratamiento sin aplicación y el menor valor se obtuvo con el tratamiento sin aplicación con 3.27 g, sin diferencia estadística con los demás tratamientos.

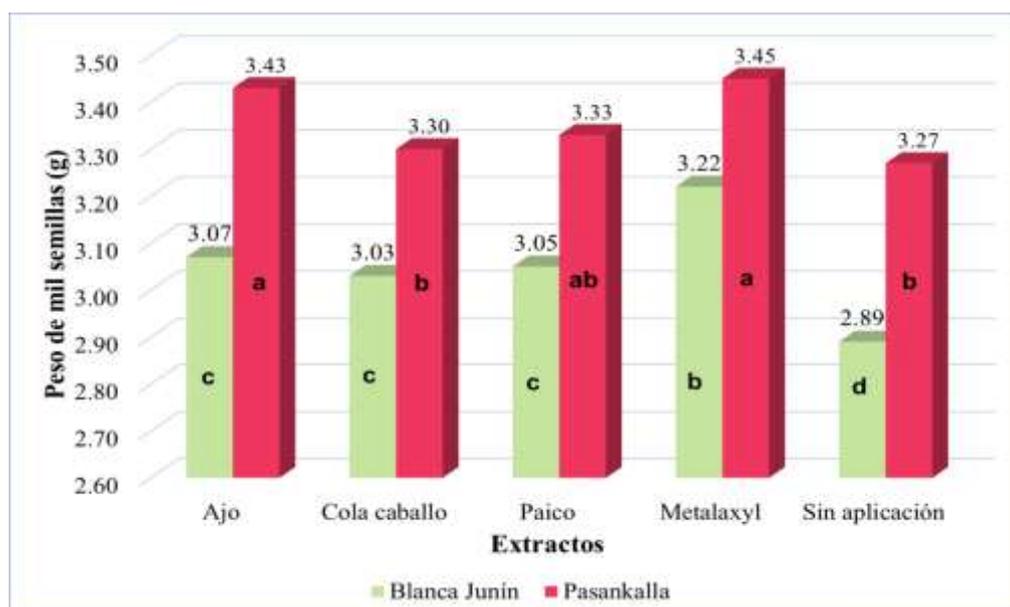


Figura 3.11. Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas para el peso de mil semillas (g) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

En general la aplicación de extracto de plantas biocidas en la variedad Blanca de Junín tuvieron efecto positivo en el peso de mil semillas de quinua, presentando los tres extractos casi los mismos efectos; en la variedad Pasankalla los tratamientos con extractos de plantas biocidas tuvieron un ligero efecto, pero sí existe diferencia estadística entre variedades, esta variación es debido al genotipo varietal, factores climáticos y a la resistencia al ataque del mildiu, ya que la variedad Pasankalla tuvo menos grado de severidad que la Blanca de Junín.

Bellido (2017) en Canaán a 2735 msnm, evaluó el peso de mil semillas en cinco cultivares de grano blanco, este carácter varió entre 2.670 y 4.598 g para los cultivos Choclito y Blanca de Junín Huancayo respectivamente. Núñez (2018) en el mismo lugar, estudió el peso de mil semillas en dos épocas de siembra, en cuatro variedades de quinua, encontrando promedios de 2.655 y 3.191 g entre épocas. Como se puede apreciar las diferencias en el carácter peso de 1000 semillas son de origen genético, ambiental y protección vegetal.

3.3.7. Rendimiento

En la tabla 3.11 se muestra el Análisis de Variancia del rendimiento de granos en dos variedades de quinua con aplicación de tres extractos de plantas biocidas, en la cual se observa una significación estadística en la fuente de variación variedad y una alta significación estadística en la fuente de variación extracto de plantas biocidas y en la interacción de variedad y extracto de plantas biocidas. El coeficiente de variación es de 3.06%, indicando una buena precisión en los resultados del presente trabajo de investigación.

Tabla 3.11. Análisis de variancia del rendimiento de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	2947.54	1473.77	0.06	0.9432 ns
Variedad (V)	1	19728191.51	19728191.51	805.80	0.0012*
Error (a)	2	48965.39	24482.69	3.60	0.0512
Extracto (E)	4	2725454.49	681363.62	100.14	<0.0001**
Variedad x Extracto	4	844808.83	211202.21	31.04	<0.0001**
Error (b)	16	108860.63	6803.79		
Total	29	23459228.39			

C.V. = 3.06 %

En la figura 3.12 se muestra la prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas y variedades en el rendimiento de granos de quinua. En la variedad Blanca de Junín el metalaxyl presentó el mayor valor en rendimiento con 4012.90 kg.ha⁻¹, seguido del tratamiento con extracto de ajo con 3942.00 kg.ha⁻¹, sin diferencia estadística al tratamiento con metalaxyl, pero sí al tratamiento sin aplicación, luego con los tratamientos de extracto de paico y cola de caballo se obtuvieron rendimientos de

3508.13 y 3284.48 kg.ha⁻¹ respectivamente, sin mostrar diferencia estadística entre ellos, pero sí con el tratamiento con metalaxyl y con el tratamiento sin aplicación y el menor valor se alcanzó con el tratamiento sin aplicación con 2763.68 kg.ha⁻¹, mostrando diferencia estadística a los demás tratamientos. En la variedad Pasankalla igualmente el mayor valor en rendimiento de quinua se alcanzó con el tratamiento con metalaxyl con 2191.72 kg.ha⁻¹, seguida de los tratamientos con extracto de ajo, paico y cola de caballo con 1923.14, 1801.50 y 1751.42 kg.ha⁻¹ respectivamente, sin diferencia significativa entre ellos y con el tratamiento sin aplicación, pero sí con el tratamiento con metalaxyl. El rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento sin aplicación con 1734.11 kg.ha⁻¹, sin diferencia estadística a los tratamiento con extractos, pero sí al tratamiento con metalaxyl.

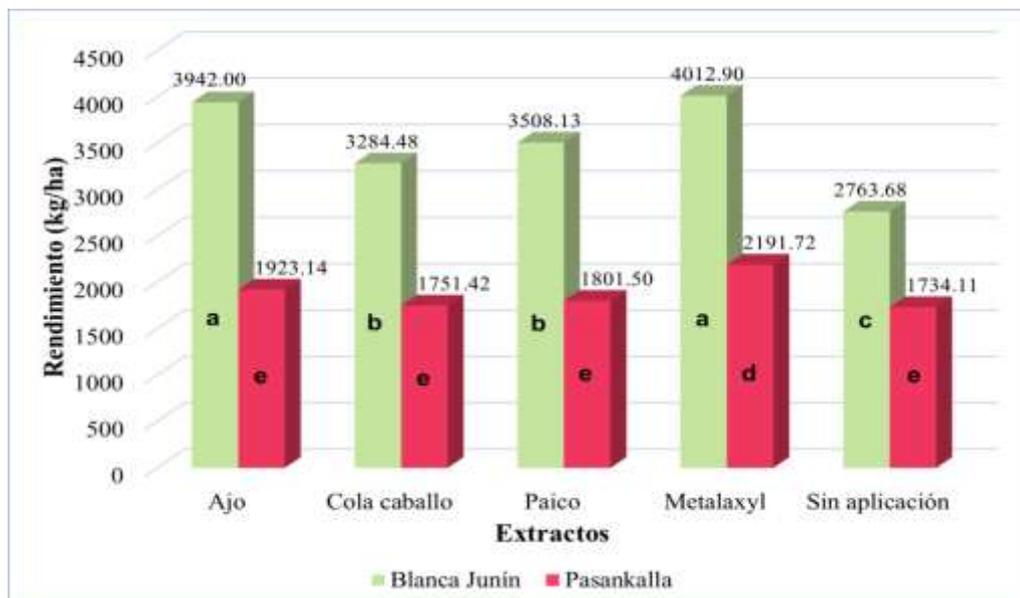


Figura 3.12. Prueba de Tukey de efectos simples de extracto de plantas biocidas en el rendimiento (kg.ha⁻¹) de dos variedades de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho

En general la aplicación de extracto de plantas biocidas en la variedad Blanca de Junín tuvieron efecto positivo en el rendimiento de granos quinua, obteniendo el mayor rendimiento con el extracto de ajo que igualó estadísticamente al metalaxyl, mientras que los extractos de paico y cola de caballo obtuvieron rendimientos menores; mientras en la variedad Pasankalla los tratamientos con extractos de plantas biocidas tuvieron poco efecto, existiendo diferencia estadística entre variedades, esta variación es debido al genotipo varietal y a la resistencia al ataque del mildiu, ya que la variedad Pasankalla tuvo menos grado de severidad que la Blanca de Junín.

Morote (2014) en Canaán a 2750 msnm, al evaluar el rendimiento de tres variedades de quinua bajo sistema de labranza mínima reportó rendimientos de 3526.8 y 1849.3 kg.ha⁻¹ para las variedades de Blanca de Junín y Pasankalla respectivamente. Pérez (2014), en el Valle de Yucaes – Tambillo a 2535 msnm reportó rendimientos de 2976.28 y 1989.36 kg.ha⁻¹ en las variedades Blanca de Junín y Pasankalla. Estos resultados son superiores al tratamiento sin aplicación obtenido en ambas variedades, lo cual indica que el mildiu afectó significativamente el rendimiento al no ser aplicados los extractos de plantas biocidas, mientras que en los tratamientos donde se aplicó estos extractos el rendimiento promedio están dentro del rango mencionado.

Mujica (1993) señala que los rendimientos varían de acuerdo a las variedades, fertilización, labores culturales y control fitosanitario durante el cultivo. Danielsen y Ames (2008), mencionan que los daños ocasionados por el mildiu pueden reducir el rendimiento entre el 10% y el 30%, pudiendo ser mayores en ataques severos y en las fases fenológicas más críticas de la planta. Como se puede apreciar las diferencias en el rendimiento de granos se debe al genotipo, factores ambientales, niveles de fertilización, labores culturales y principalmente al control de plagas y enfermedades.

La relación carbono nitrógeno (C/N) del rastrojo de quinua es de extrema importancia para el manejo de la fertilidad relacionada con la disponibilidad de N, la actividad de microorganismos y la materia orgánica contenida por el suelo. Los restos orgánicos incorporados al suelo aumentan la actividad microbiana que actúan para su descomposición. Estos microorganismos usan el Carbono para la constitución de su propio cuerpo, desprendiendo energía para la respiración y eliminándolo en forma de CO₂. Durante este proceso, el N es momentáneamente inmovilizado como NH₄⁺ y NO₃⁻ por causa del uso por parte de los microorganismos que los hace no aprovechables. Durante esta inmovilización el N soluble pasa a ser insoluble para las plantas por la posición antagónica que posee ante el Carbono hasta que exista la relación ideal que rompa esta posición antagónica. Cuando esta relación (C/N) es superior a 33, se produce la inmovilización (los nutrientes no son solubles, por tanto son no absorbibles), si la relación C/N se encuentra entre 17 a 33 se tiene un equilibrio (nutrientes casi solubles y aun no absorbibles) y cuando la relación se encuentra en un valor inferior a 17 se produce la mineralización (Fatecha, 1999, mencionado por García, Miranda y Fajardo, 2013).

La relación carbono nitrógeno (C/N) del rastrojo de quinua bajo las condiciones del lugar del experimento se encuentra entre 17 y 33 de tal manera que existió descomposición de una parte del rastrojo produciendo mineralización incrementando la cantidad de nitrógeno existente en el suelo, mejorando la nutrición del suelo, además de mejorar las características físicas del suelo que ha permitido una mejor asimilación de los abonos sintéticos y consecuentemente incrementando la productividad del cultivo. La otra parte del rastrojo permaneció inalterable, produciendo una inmovilización de una parte del nitrógeno existente en el suelo, sin embargo, incrementó la productividad del cultivo de quinua debido a que redujo la presencia de las malezas en el espacio que existe entre los surcos y entre las plantas.

Tabla 3.12. Análisis de rentabilidad económica de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Tratamiento	Variedad	Extractos	Rendimiento	Precio unitario de venta	Venta total	Costo de producción	Utilidad	Índice rentabilidad
			kg/ha	S/.	S/.	S/.	S/.	
T4	Blanca de Junín	Metalaxyl (200 g/cil de agua)	4012.90	6.00	24077.40	6028.83	18048.57	2.99
T1	Blanca de Junín	100 gr ajo en 10 l de agua	3942.00	6.00	23652.00	6365.88	17286.12	2.72
T3	Blanca de Junín	2 kg paico en 10 l de agua	3508.13	6.00	21048.78	6767.13	14281.65	2.11
T2	Blanca de Junín	2 kg cola de caballo en 20 l agua	3284.48	6.00	19706.88	6767.13	12939.75	1.91
T5	Blanca de Junín	Sin aplicación	2763.68	6.00	16582.08	5755.98	10826.10	1.88
T9	Pasankalla	Metalaxyl (200 g/cil de agua)	2191.72	6.00	13150.32	6028.83	7121.49	1.18
T6	Pasankalla	100 gr ajo en 10 l de agua	1923.14	6.00	11538.84	6365.88	5172.96	0.81
T10	Pasankalla	Sin aplicación	1734.11	6.00	10404.66	5755.98	4648.68	0.81
T8	Pasankalla	2 kg paico en 10 l de agua	1801.50	6.00	10809.00	6767.13	4041.87	0.60
T7	Pasankalla	2 kg cola de caballo en 20 l agua	1751.42	6.00	10508.52	6767.13	3741.39	0.55

CONCLUSIONES

1. El mayor efecto fúngico para el control del mildiu causada por *Peronospora variabilis*, se obtuvo con el metalaxyl, seguida por el extracto biocida de ajo, al reportar un menor grado de severidad y un menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad.
2. La aplicación del metalaxyl y del extracto biocida del ajo reportaron una influencia positiva en el rendimiento de grano del cultivo de quinua en la variedad Blanca de Junín, obteniendo un rendimiento de 4012.90 y 3942.00 kg.ha⁻¹ respectivamente.
3. La mayor rentabilidad económica en el cultivo de quinua se obtuvieron con la aplicación del metalaxyl y extracto biocida de ajo para el control del mildiu causada por *Peronospora variabilis* en la variedad Blanca de Junín, con un índice de rentabilidad de 2.99 y 2.72 y una utilidad de 18 048.57 y 17 286.12 Soles respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Para controlar el mildiu causado por *Peronospora variabilis* en el cultivo de quinua variedad Blanca de Junín utilizar extractos biocidas de ajo por haber ejercido un mayor efecto fúngico y reportado mayor rendimiento de grano.
2. Realizar trabajos de investigación con otras dosis de extracto de ajo y con otros extractos de plantas y en diferentes épocas y otras variedades de quinua para conocer el efecto de éstas en el control del *Peronospora variabilis*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, V. (2005). Manejo y mejoramiento de quinua orgánica. Puno - Perú: Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria.
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., y Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima Perú: INIA - FAO. Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de <http://www.fao.org/3/a-as890s.pdf>.
- Arapa, V. (2006). Selección por rendimiento de grano y características deseables para procesamiento de genotipo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) tolerantes a mildiu *Peronospora farinosa* Fr. Tesis para Grado Académico de Maestría en Agricultura Andina. UNA. Puno - Perú. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/597>.
- Bautista, R. (2015). Niveles de gallinaza en el rendimiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Manallasacc 3580 msnm Chiara - Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2087>.
- Bazán de Segura, C. (1965). Enfermedades de cultivos tropicales y subtropicales. Lima - Perú: Jurídica.
- Bellido, E. (2017). Caracterización y rendimiento de cinco cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de grano blanco en Canaán a 2735 msnm - Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2671>.
- Bonifacio, A. (2006). Estudio de prospectiva para los productos del altiplano y los valles centrales de los Andes. ICS - ONUDI. Recuperado el 11 de Mayo de 2020, de <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cultivos%20Andinos/Quinoa/Bibliografia%20Quinoa/1%20Peru.pdf>.
- Calixtro, M. G. (2017). Respuesta de 100 accesiones de quinua a la infección natural de mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum) en el Valle del Mantaro. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima - Perú.
- Chávez, A., y Aquino, A. (2012). Control de hongos del suelo *Rhizoctonia sp.* *Fusarium sp.* y *Sclerotium sp.* con extractos vegetales. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo - Paraguay: Investigación Agraria.

- Choi, Y., Danielsen, S., Lübeck, M., Hong, S. B., Delhey, R., y Shin, H. D. (2010). Caracterización morfológica y molecular del agente causal del mildiu en la quinua (*Chenopodium quinoa*). *Mycopathologia*, 169, 403-412. Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de <https://doi.org/10.1007/s11046-010-9272-y>.
- Choquecahua, A. (2011). Caracterización y selección de poblaciones varietales de quinua grano blanco (*Chenopidium quinoa* Willd.) Canaán 2750 msnm Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3189>.
- Cruces, L. M., y Callohuari, Y. (2016). Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina. Santiago: Naciones Unidas. Recuperado el 12 de Mayo de 2020, de <http://www.fao.org/3/a-i5519s.pdf>.
- Danielsen, S., & Ames, T. (2008). El mildiu de la quinua en la zona andina (*Peronospora farinosa*). Manual práctico para el estudio de la enfermedad y del patógeno.
- French, E. R., y Hebert, T. T. (1980). Métodos de Investigación fitopatológica. San Jose - Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- Garamendi, O. (2014). Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Canaán 2735 msnm - Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2061>.
- García M, Miranda K. y Fajardo H. (2013). Manual de manejo de la fertilidad del suelo bajo riego deficitario para el cultivo de la quinua en el altiplano Boliviano. UNESCO. LASALAC. La Paz - Bolivia.
- Hoyos, M. C. (2016). Acción antifúngica in vitro del extracto etanólico de *Chenopodium ambrosioides* "paico" sobre el crecimiento de *Fusarium oxysporum* procedente del cultivo de espárrago. Tesis para Título de Biólogo. UNT. Trujillo - Perú. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10788>.
- Ibañez, R., y Aguirre, G. (1983). Fertilidad de suelos. Manual de prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
- León, J. M. (2003). Cultivo de la Quinua en Puno - Perú. Descripción, Manejo y Producción. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de

<https://es.scribd.com/doc/24569369/Cultivo-de-la-Quinoa-en-Puno-Peru-Leon-H-Juvenal-RM#download>.

- Llamocca, M. (2018). Niveles de gallinaza en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco, bajo labranza de conservación. Canaán 2750 msnm - Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3273>.
- Llivicura, M. A. (2018). Comparación in vitro de la actividad antifúngica de extractos etanólicos de romero y cola de caballo frente al hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Tesis para Título de Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales. UPS sede Cuenca. Cuenca - Ecuador. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16513>.
- Mercado, V. (2001). El Mildiu de la quinua y su transmisión por medio de semillas. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima - Perú.
- Millán, C. (2008). Las plantas una opción saludable para el control de plagas. Montevideo - Uruguay: Rosgal S.A. Recuperado el 13 de Mayo de 2020, de <http://www.rapaluruaguay.org/publicaciones/Plantas.pdf>.
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI. (2018). Nota Técnica de Granos Andinos. 3-6. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de <http://minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2018?download=13278:nota-tecnica-de-granos-andinos>.
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI. (2019). Requerimientos Agroclimáticos del Cultivo de la Quinoa. Ficha Técnica N° 10. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de <https://www.minagri.gob.pe/portal/informacion-agroclimatica/fichas-tecnicas-2019>.
- Mora, A. A. (2011). Evaluación de 10 Genotipos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) a bajas temperaturas en Laraqueri - Puno. Tesis para Magister Scientiae en Agroecología. UNA. Puno - Perú. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de http://biblioteca.unap.edu.pe/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=42878.
- Morote, M. (2014). Rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en tres densidades de plantas bajo sistema de labranza mínima. Canaán

- 2750 msnm Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2066>.
- Mujica, A. (1993). Cultivo de Quinua. Instituto Nacional de Investigación Agraria - DGIA. Serie Manual N° 11.
- Mujica, A., y Canahua, A. (1989). Fenología del cultivo de la quinua. En curso taller de fitopatología de cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica. Puno - Perú: PICA - INIA. Recuperado el 27 de Abril de 2020, de https://scholar.google.es/scholar?q=Mujica+et+al.&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=1989&as_yhi=1989.
- Núñez, W. (2018). Fenología de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en dos épocas de siembra. Canaán - INIA a 2735 msnm - Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - ONUDI. (2006). El futuro de los productos andinos en la región alta y los valles centrales de los andes. Informe granos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú.
- Pando, L., y Castellanos, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. Lima - Perú: UNALM. Recuperado el 27 de Abril de 2020, de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=2005&sciodt=0%2C5&cites=14163480000634066802&scipsc=&q=Pando+%26+Castellanos&btnG=.
- Pérez, J. (2014). Respuesta de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) a tres niveles de gallinaza Valle de Yucaes - Tambillo, 2535 msnm - ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 11 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2068>.
- Plata, G., Testen, A., & Backman, P. (2013). Evaluación de poblaciones de *Peronospora variabilis* en los valles de Bolivia (diapositiva). IV Congreso mundial de la quinua y I simposio internacional de Granos Andinos. (pág. 18 diapositivas). Ibarra, Ecuador.
- Risco, A. (2014). Severidad de *Peronospora variabilis* GÄUM en *Chenopodium quinoa* WILLD “Pasankalla” como respuesta a aplicaciones de fungicidas sintéticos y bioestimulantes. Tesis para Magister Scientiae en Fitopatología. UNAL. Lima - Perú. Recuperado el 20 de Abril de 2020, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2350>.

- Rojas, R. E. (2015). Eficiencia de productos naturales en el control del mildiu (*Peronospora farinosa*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd var. Altiplano) en el distrito de Baños del Inca. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNC. Cajamarca - Perú. Recuperado el 13 de Mayo de 2020.
- Santander, G., & Aquino, J. (2020). Control alternativo de *Alternaria solani* Sorauer con extractos vegetales in vitro. Investigación Agraria. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/40>.
- Tapia, M. (1979). La Quinoa y la Kañiwa: Cultivos Andinos. Bogotá: Centro Internacional para el desarrollo.
- Tayupanta, V. V. (2012). Control in vitro de botrytis (*Botrytis cinerea*), mildiu (*Bremia lactucae*) y esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) en lechuga usando extractos de cola de caballo, ortiga ruda y tomillo. Tesis para Título de Ingeniera Agropecuaria. UPS Sede Quito. Quito - Ecuador. Recuperado el 12 de Junio de 2020, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3704>.
- Tecnología Química y Comercio S.A. - TQC. (2019). Ficha Técnica de Fitoklin. Lima - Perú. Recuperado el 14 de Mayo de 2020, de <https://www.tqc.com.pe/imagenes/descargas/FICHA%20TECNICA%20DE%20FITOKLIN-TQC.pdf>.
- Tuesta, I. (2005). Control de *Stemphylium solani* en tomate utilizando extractos de paico, barbasco, huamanzamana y carambola en la Provincia de San Martín. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSM. Tarapoto - Perú. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/786/TP-H20_T89.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ANEXOS

Anexo 1. Resumen de promedios del porcentaje de incidencia del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Tratamiento	Código	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
Variedad 1: Blanca de Junín					
T ₁ : Ajo	v ₁ x e ₁	85.00	84.00	83.00	84.00
T ₂ : Cola caballo	v ₁ x e ₂	89.00	88.00	86.00	87.67
T ₃ : Paico	v ₁ x e ₃	89.00	91.00	88.00	89.33
T ₄ : Metalaxyl	v ₁ x e ₄	82.00	81.00	84.00	82.33
T ₅ : Sin aplicación	v ₁ x e ₅	91.00	88.00	93.00	90.67
Variedad 2: Pasankalla					
T ₆ : Ajo	v ₂ x e ₁	81.00	79.00	80.00	80.00
T ₇ : Cola caballo	v ₂ x e ₂	83.00	80.00	84.00	82.33
T ₈ : Paico	v ₂ x e ₃	82.00	81.00	78.00	80.33
T ₉ : Metalaxyl	v ₂ x e ₄	71.00	68.00	72.00	70.33
T ₁₀ : Sin aplicación	v ₂ x e ₅	85.00	82.00	81.00	82.67

Anexo 2. Evaluaciones para severidad y ABCPE del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán
2750 msnm - Ayacucho

Trat.	Var.	Aplicac.	Bloque	11/12/19	18/12/19	25/12/19	01/01/20	08/01/20	15/01/20	22/01/20	29/01/20	05/02/20	12/02/20	PROMEDIO	ABCPE
				1ra. Eval. 21	1da. Eval. 28	3ra. Eval. 35	4ta. Eval. 42	5ta. Eval. 49	6ta. Eval. 56	7ma. Eval. 63	8va. Eval. 70	9na. Eval. 77	10ma. Eval. 84		
T1	v ₁	e ₁	I	15.50	33.50	33.38	40.24	29.72	20.37	19.70	18.71	16.43	15.97	24.35	1594.50
T1	v ₁	e ₁	II	15.68	32.33	31.30	40.83	31.79	23.37	21.51	19.27	17.42	16.69	25.02	1638.04
T1	v ₁	e ₁	III	14.87	34.33	35.52	37.95	33.41	23.27	21.35	17.81	17.29	15.24	25.10	1651.90
T2	v ₁	e ₂	I	12.98	33.00	34.78	38.57	32.79	25.97	21.93	19.82	17.89	18.70	25.64	1684.13
T2	v ₁	e ₂	II	13.69	33.67	35.88	42.31	33.21	25.26	21.60	16.67	17.45	15.78	25.55	1685.50
T2	v ₁	e ₂	III	12.15	31.00	35.99	39.79	34.97	22.56	21.18	20.88	19.25	17.08	25.49	1681.65
T3	v ₁	e ₃	I	11.87	32.17	34.23	44.30	35.25	23.58	20.61	19.44	16.89	18.81	25.72	1692.67
T3	v ₁	e ₃	II	12.77	32.00	37.92	40.05	37.88	24.04	21.40	23.08	20.21	19.26	26.86	1768.17
T3	v ₁	e ₃	III	12.98	32.33	25.85	39.90	33.96	22.21	19.55	19.33	19.41	19.59	24.51	1601.78
T4	v ₁	e ₄	I	14.24	33.33	30.12	35.38	31.78	22.30	16.70	11.63	9.96	9.98	21.54	1423.17
T4	v ₁	e ₄	II	13.50	33.08	32.37	37.70	33.03	23.22	16.81	15.14	10.30	11.37	22.65	1498.60
T4	v ₁	e ₄	III	12.94	31.67	33.02	35.60	30.21	21.14	21.14	13.01	14.30	10.88	22.39	1484.00
T5	v ₁	e ₅	I	16.12	34.25	37.98	40.58	35.53	29.89	24.99	19.69	24.22	27.04	29.03	1880.97
T5	v ₁	e ₅	II	15.65	33.58	34.39	50.55	43.38	29.94	24.21	24.97	27.36	30.30	31.43	2039.49
T5	v ₁	e ₅	III	14.73	31.83	36.55	46.35	38.85	32.63	23.68	25.17	26.70	30.45	30.69	1990.45
T6	v ₂	e ₁	I	10.25	32.33	28.67	37.62	28.23	21.95	20.81	19.94	16.50	14.81	23.11	1530.06
T6	v ₂	e ₁	II	8.90	31.33	36.98	32.42	27.55	21.59	17.90	20.10	18.53	13.63	22.89	1523.66
T6	v ₂	e ₁	III	10.10	32.67	36.30	41.00	27.46	22.27	21.27	18.17	15.06	14.90	23.92	1586.90
T7	v ₂	e ₂	I	12.12	33.33	28.93	36.87	29.62	22.44	21.74	22.37	18.81	17.67	24.39	1603.04
T7	v ₂	e ₂	II	11.98	33.17	33.08	46.39	31.88	21.97	21.26	17.98	17.40	16.14	25.13	1660.33
T7	v ₂	e ₂	III	13.25	34.00	34.35	32.63	29.76	25.77	18.48	20.48	18.47	13.38	24.06	1590.79
T8	v ₂	e ₃	I	11.12	32.67	33.89	36.97	22.63	21.15	18.57	17.12	19.27	19.38	23.28	1522.64
T8	v ₂	e ₃	II	9.87	30.00	33.58	38.99	28.99	22.47	22.62	23.33	21.41	15.94	24.72	1640.07
T8	v ₂	e ₃	III	10.93	32.17	33.90	35.68	27.61	22.49	16.50	19.96	19.57	17.71	23.65	1555.40
T9	v ₂	e ₄	I	9.83	31.83	31.33	33.93	28.46	20.02	19.81	13.34	11.95	10.98	21.15	1407.53
T9	v ₂	e ₄	II	11.12	32.00	30.28	33.14	32.17	21.23	18.51	10.44	10.69	10.93	21.05	1396.40
T9	v ₂	e ₄	III	9.08	30.33	34.95	35.85	30.53	21.65	19.65	15.43	11.59	11.19	22.03	1470.81
T10	v ₂	e ₅	I	12.14	32.33	34.43	41.29	32.45	27.53	29.24	29.87	25.66	27.76	29.27	1909.25
T10	v ₂	e ₅	II	11.63	31.33	38.12	38.79	31.85	26.70	19.68	25.71	17.57	27.60	26.90	1745.56
T10	v ₂	e ₅	III	12.98	32.67	33.88	37.78	31.45	25.95	21.59	26.08	26.62	27.60	27.66	1794.17

Anexo 3. Resumen de promedios de severidad y ABCPE del mildiu en dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Fecha	11-Dic	18-Dic	25-Dic	01-Ene	08-Ene	15-Ene	22-Ene	29-Ene	05-Feb	12-Feb	ABCPE
Tratamiento	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	9na	10ma	
	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	
Variedad Blanca de Junín											
Ajo	15.35	33.39	33.40	39.67	31.64	22.34	20.85	18.60	17.05	15.97	1628.14
Cola caballo	12.94	32.56	35.55	40.22	33.66	24.60	21.57	19.12	18.20	17.19	1683.76
Paico	12.54	32.17	32.67	41.42	35.70	23.28	20.52	20.62	18.84	19.22	1687.54
Metalaxyl	13.56	32.69	31.84	36.23	31.67	22.22	18.22	13.26	11.52	10.74	1468.59
Sin aplicación	15.50	33.22	36.31	45.83	39.25	30.82	24.29	23.28	26.09	29.26	1970.30
Variedad Pasankalla											
Ajo	9.75	32.11	33.98	37.01	27.75	21.94	19.99	19.40	16.70	14.45	1546.87
Cola caballo	12.45	33.50	32.12	38.63	30.42	23.39	20.49	20.28	18.23	15.73	1618.05
Paico	10.64	31.61	33.79	37.21	26.41	22.04	19.23	20.14	20.08	17.68	1572.70
Metalaxyl	10.01	31.39	32.19	34.31	30.39	20.97	19.32	13.07	11.41	11.03	1424.91
Sin aplicación	12.25	32.11	35.48	39.29	31.92	26.73	23.50	27.22	23.28	27.65	1816.33

Anexo 4. Evaluaciones de las características de productividad de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas. Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Bloque	Trat.	Aplicac.	Altura planta (cm)	Diámetro tallo (cm)	Longitud panoja (cm)	Diámetro panoja (cm)	Peso panoja (g)	Peso 1000 semillas (g)	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)
Variedad 1: Blanca de Junín									
I	T ₁	e ₁	195.47	1.61	86.04	25.13	121.30	3.08	4011.3
II	T ₁	e ₁	191.38	1.58	85.04	23.32	120.28	3.06	3952.4
III	T ₁	e ₁	190.04	1.55	83.08	22.45	118.21	3.06	3862.29
I	T ₂	e ₂	188.90	1.51	81.20	21.87	109.58	3.03	3330.83
II	T ₂	e ₂	186.50	1.48	80.90	20.36	107.88	3.02	3160.73
III	T ₂	e ₂	189.89	1.52	82.41	22.40	110.38	3.05	3361.88
I	T ₃	e ₃	191.53	1.58	85.01	22.10	114.87	3.07	3650.94
II	T ₃	e ₃	188.81	1.54	82.61	20.34	110.23	3.02	3381.25
III	T ₃	e ₃	190.98	1.56	84.71	22.50	112.77	3.05	3492.19
I	T ₄	e ₄	197.97	1.68	84.48	23.80	128.94	3.22	3985.83
II	T ₄	e ₄	201.24	1.73	87.69	25.35	132.22	3.24	4135.78
III	T ₄	e ₄	198.61	1.69	86.94	22.88	127.15	3.20	3917.08
I	T ₅	e ₅	187.32	1.50	78.75	20.98	101.20	2.91	2840.50
II	T ₅	e ₅	186.32	1.47	78.38	19.19	100.68	2.89	2799.90
III	T ₅	e ₅	185.10	1.46	77.81	18.30	98.84	2.88	2650.65
Variedad 2: Pasankalla									
I	T ₆	e ₁	139.45	1.36	56.25	10.54	76.77	3.42	1829.25
II	T ₆	e ₁	145.67	1.37	59.28	11.17	79.25	3.46	2048.75
III	T ₆	e ₁	143.54	1.36	58.34	10.92	77.10	3.42	1891.42
I	T ₇	e ₂	136.02	1.28	53.52	9.05	70.51	3.28	1703.83
II	T ₇	e ₂	140.95	1.31	57.66	9.70	74.76	3.33	1790.67
III	T ₇	e ₂	139.96	1.29	56.08	9.78	71.65	3.29	1759.75
I	T ₈	e ₃	138.30	1.30	55.09	10.18	75.25	3.24	1760.83
II	T ₈	e ₃	139.00	1.32	56.48	10.21	76.59	3.36	1790.25
III	T ₈	e ₃	142.11	1.34	58.61	10.60	77.64	3.40	1853.42
I	T ₉	e ₄	148.43	1.38	56.68	10.85	79.10	3.32	2111.50
II	T ₉	e ₄	149.19	1.41	58.55	11.27	80.99	3.48	2213.25
III	T ₉	e ₄	153.12	1.45	59.29	11.63	82.71	3.54	2250.42
I	T ₁₀	e ₅	134.85	1.29	53.86	9.08	68.38	3.27	1734.50
II	T ₁₀	e ₅	133.13	1.28	52.60	8.98	66.25	3.26	1731.58
III	T ₁₀	e ₅	135.50	1.29	56.65	9.16	69.08	3.29	1736.25

Anexo 5. Costos de producción por ha de dos variedades de quinua con aplicación de extracto de plantas biocidas con tecnología media. Canaán 2750 msnm- Ayacucho

Variedad : Blanca de Junín Tratamiento : T1 Aplicación : 100 g ajo en 10 l de agua

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					5884.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					2189.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.5.8	Extracto de ajos	Litro	1500.00	0.13	195.00	
1.6	Materiales					475.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
1.6.4	Cilindros vacíos	Und	9.00	40.00	360.00	
1.6.5	Baldes de 20 lt	Und	3.00	5.00	15.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					481.88
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	294.20	294.20	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	117.68	117.68	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						6365.88

Variedad : Blanca de Junín Tratamiento : T2 Aplicación : 2 kg cola caballo en 20 l de agua

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					6259.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					2564.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.5.8	Extracto de cola de caballo	Litro	1500.00	0.38	570.00	
1.6	Materiales					475.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
1.6.4	Cilindros vacíos	Und	9.00	40.00	360.00	
1.6.5	Baldes de 20 lt	Und	3.00	5.00	15.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					508.13
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	312.95	312.95	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	125.18	125.18	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						6767.13

Variedad : Blanca de Junín Tratamiento : T3 Aplicación : 2 kg paico en 10 l de agua

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					6259.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					2564.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.5.8	Extracto de paico	Litro	1500.00	0.38	570.00	
1.6	Materiales					475.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
1.6.4	Cilindros vacíos	Und	9.00	40.00	360.00	
1.6.5	Baldes de 20 lt	Und	3.00	5.00	15.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					508.13
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	312.95	312.95	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	125.18	125.18	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						6767.13

Variedad : Blanca de Junín Tratamiento : T4 Aplicación : Testigo químico (200 g metalaxy/cil de agua)

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					5569.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					2114.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.5.8	Fungicida Fitoklin (Metalaxil)	kg	1.50	80.00	120.00	
1.6	Materiales					235.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
1.6.4	Cilindros vacíos	Und	3.00	40.00	120.00	
1.6.5	Baldes de 20 lt	Und	3.00	5.00	15.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					459.83
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	278.45	278.45	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	111.38	111.38	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						6028.83

Variedad : Blanca de Junín Tratamiento : T5 Aplicación : Testigo absoluto (sin aplicación)

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					5314.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					1994.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.6	Materiales					100.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					441.98
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	265.70	265.70	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	106.28	106.28	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						5755.98

Variedad : Pasankalla

Tratamiento : T6

Aplicación : 100 g ajo en 10 l de agua

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					5884.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					2189.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.5.8	Extracto de ajos	Litro	1500.00	0.13	195.00	
1.6	Materiales					475.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
1.6.4	Cilindros vacíos	Und	9.00	40.00	360.00	
1.6.5	Baldes de 20 lt	Und	3.00	5.00	15.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					481.88
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	294.20	294.20	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	117.68	117.68	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						6365.88

Variedad : Pasankalla Tratamiento : T7 Aplicación : 2 kg cola caballo en 20 l de agua

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					6259.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					2564.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.5.8	Extracto de cola de caballo	Litro	1500.00	0.38	570.00	
1.6	Materiales					475.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
1.6.4	Cilindros vacíos	Und	9.00	40.00	360.00	
1.6.5	Baldes de 20 lt	Und	3.00	5.00	15.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					508.13
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	312.95	312.95	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	125.18	125.18	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						6767.13

Variedad : Pasankalla

Tratamiento : T8

Aplicación : 2 kg paico en 10 l de agua

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					6259.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					2564.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.5.8	Extracto de paico	Litro	1500.00	0.38	570.00	
1.6	Materiales					475.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
1.6.4	Cilindros vacíos	Und	9.00	40.00	360.00	
1.6.5	Baldes de 20 lt	Und	3.00	5.00	15.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					508.13
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	312.95	312.95	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	125.18	125.18	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						6767.13

Variedad : Pasankalla Tratamiento : T9 Aplicación : Testigo químico (200 g metalaxyl/cil de agua)

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					5569.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					2114.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.5.8	Fungicida Fitoklin (Metalaxil)	kg	1.50	80.00	120.00	
1.6	Materiales					235.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
1.6.4	Cilindros vacíos	Und	3.00	40.00	120.00	
1.6.5	Baldes de 20 lt	Und	3.00	5.00	15.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					459.83
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	278.45	278.45	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	111.38	111.38	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						6028.83

Variedad : Pasankalla Tratamiento : T10 Aplicación : Testigo absoluto (sin aplicación)

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial	Total
I	COSTOS DIRECTOS					5314.00
1.1	Preparación del terreno					385.00
1.1.1	Roturado	HM	4.00	55.00	220.00	
1.1.2	Rastra (cruzado)	HM	2.00	55.00	110.00	
1.1.3	Surcado	HM	1.00	55.00	55.00	
1.2	Siembra					245.00
1.2.1	Incorporación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.2	Incorporación de semilla	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.2.3	Tapado	Jornal	3.00	35.00	105.00	
1.3	Labores culturales					1540.00
1.3.1	Riego	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.2	Primer deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.3	Raleo	Jornal	4.00	35.00	140.00	
1.3.4	Segundo deshierbo	Jornal	5.00	35.00	175.00	
1.3.5	Aporque	Jornal	9.00	35.00	315.00	
1.3.6	2da aplicación de fertilizante	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.7	Incorporación de rastrojo	Jornal	6.00	35.00	210.00	
1.3.8	1er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.9	2do control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.10	3er control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.11	4to control fitosanitario (mildiu)	Jornal	2.00	35.00	70.00	
1.3.12	Control ornitológico (instalación ahuyentador)	Jornal	1.00	35.00	35.00	
1.4	Cosecha					1050.00
1.4.1	Corte y emparve	Jornal	10.00	35.00	350.00	
1.4.2	Trilla y venteado	Jornal	20.00	35.00	700.00	
1.5	Insumos					1994.00
1.5.1	Semilla de quinua	kg	10.00	10.00	100.00	
1.5.2	Guano de isla	sacos	20.00	50.00	1000.00	
1.5.3	Urea (46%N)	Kg	239.00	1.50	358.50	
1.5.4	Superfosfato triple	kg	43.00	2.00	86.00	
1.5.5	Cloruro de potasio	kg	33.00	1.50	49.50	
1.5.6	Rastrojo de quinua	sacos	60.00	4.00	240.00	
1.5.7	Fungicida (Rhizolet-T) chupadera	Kg	1.00	160.00	160.00	
1.6	Materiales					100.00
1.6.1	Costales de 80 kg	Und	20.00	2.00	40.00	
1.6.2	Cintas y plásticos ahuyentadores	m	300.00	0.05	15.00	
1.6.3	Toldera de yute	m	15.00	3.00	45.00	
II	COSTOS INDIRECTOS					441.98
2.1	Análisis de suelo	Und	1.00	70.00	70.00	
2.2	Gastos administrativos (5% C.D.)	Glb.	1.00	265.70	265.70	
2.3	Imprevistos (2% C.D.)	Glb.	1.00	106.28	106.28	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						5755.98

Anexo 6. Ficha técnica del fungicida químico utilizado



FICHA TECNICA DE FITOKLIN

1. GENERALIDADES

a) Nombre comercial	:	FITOKLIN	
b) Ingrediente activo	:	Metalaxil	
c) Clase	:	Fungicida Agrícola	
d) Grupo	:	Fenilamidas (acilalanina)	
e) Formulación	:	Polvo Mojable	
f) Composición química	:	Metalaxyl	350 g/kg
		Ingredientes inertes	650 g/kg

2. PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS

a) Aspecto	:	Polvo fino homogéneo
b) Color	:	Rojo grosella
c) Estabilidad en almacén	:	Estable por 2 años a temperatura ambiente, cuando el producto se mantiene en su envase original herméticamente cerrado. Se recomienda almacenarlo en ambientes secos y ventilados con temperaturas no mayores a 30°C.
e) Corrosividad	:	No corrosivo
f) Inflamabilidad	:	No inflamable
g) Compatibilidad	:	el producto es compatible con la mayoría de plaguicidas de uso común en el país, excepto con aquellos de marcada reacción alcalina.

3. TOXICOLOGIA

a) DL50 oral aguda	:	> 1000 mg/kg
DL50 dermal	:	> 2000 mg/kg
b) Categoría toxicológica	:	III – Ligeramente peligroso
c) Antídotos en caso de Intoxicaciones	:	En caso de ingestión accidental, provocar el vomito y pedir atención medica. No tiene antídoto específico, tratar al paciente sintomáticamente.
d) Precauciones para su uso	:	Usar máscara, guantes y ropa protectora durante su manipuleo y aplicación. No comer, beber ni fumar

Tecnología Química y Comercio S.A.
Calle René Descartes N° 311, Urb. Sta. Raquel, 2da. Etapa Ate. Lima-Perú.
Telf.: 51(1) 612-6565 / Fax:348-0540
www.tqc.com.pe





durante su preparación y aplicación. Después de su aplicación bañarse con abundante agua y jabón. Cambiarse de ropa. Almacenar en lugar seco, seguro y ventilado. Mantenerlo en su envase original. No almacenar junto con alimentos ni medicinas.

- 4. MODO DE ACCION** : Fungicida sistémico de acción curativa y preventiva
- 5. MECANISMO DE ACCION** : Interfiere con la síntesis de proteínas mediante la inhibición de la biosíntesis del RNA ribosomal.
- 6. FITOTOXICIDAD** : No causa Fitotoxicidad a las dosis recomendadas.
- 7. MODO DE APLICACIÓN** : En pulverización o por sistema de riego, disuelto en suficiente cantidad de agua para lograr una adecuada distribución del preparado sobre el área de aplicación (Realizar una premezcla en un recipiente aparte)
- 8. MOMENTOS DE APLICACIÓN:**
- APLICACIONES PREVENTIVAS:**
Iniciar las aplicaciones cuando existan condiciones favorables para el desarrollo del hongo. En zonas endémicas empezar los tratamientos cuando las plantas tengan suficiente follaje.
- APLICACIONES CURATIVAS:**
Iniciar las aplicaciones cuando se noten las primeras manchas o ataques del hongo en hojas procurando mojar completamente las plantas. Repetir cada 10 a 15 días si las condiciones de ataque y la incidencia persistieran.



9. USOS Y DOSIS

CULTIVO	ENFERMEDAD		Dosis g/cil	P.C. (Días)	L.M.R (ppm)
	Nombre científico	Nombre común			
Papa tomate	<i>Phytophthora infestans</i>	"Hielo" o "Rancho"	150-250	10	0.05 0.5
Ají, rocoto y pimiento	<i>Phytophthora infestans</i>	"Hielo"	150-250	10	10 1
Zapallo, zapallito, sandía, melón pepino	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	"Mildiu"	200	10	1 0.2 0.5
Ajo, cebolla y cebollín	<i>Peronospora destructor</i>	"Mildiu"	200	10	2
Lechuga	<i>Bremia lactuca</i>	"Mildiu"	200	10	2
Vid	<i>Plasmopara viticola</i>	"Mildiu"	200	28	1
Col, brócoli, coliflor	<i>Peronospora parasitica</i>	"Mildiu"	200	28	0.5
Palto	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	"Putridión radicular"	200-250	7	0.2
Mandarino	<i>Phytophthora parasitica</i>	"Gomosis del cuello"	200-250	30	5
Páprika	<i>Phytophthora capsici</i>	"Putridión radicular"	200-250	7	1
Quinoa	<i>Peronospora farinosa</i>	"Mildiu"	200-250	ND*	0.05

*Se recomienda aplicar Fitoklin solo hasta el inicio de la aparición de la inflorescencia.

- 10. PERIODO DE REINGRESO:** No ingresar al área tratada antes de las 24 horas de la aplicación.
- 10. N° DE REGISTRO SENASA :** 533-97-AG-SENASA
- 11. TITULAR DE REGISTRO :** **Tecnología Química y Comercio S.A.**
Calle René Descartes 311.
Urb. Santa Raquel 2ª. Etapa
Ate - Telf. 612-6565 Fax 348-1020
Lima - Perú


 Hernán Silligay Mendoza
 Gerente Técnico
 Tecnología Química y Comercio S.A.

DEPARTAMENTO TÉCNICO
JULIO 2020

Tecnología Química y Comercio S.A.
 Calle René Descartes N° 311, Urb. Sta. Raquel, 2da. Etapa Ate. Lima-Perú.
 Telf.: 51(1) 612-6565 / Fax: 348-0640
 www.tqc.com.pe



Anexo 7. Panel fotográfico



Fotografía 01. Vista del terreno previamente preparado con maquinaria



Fotografía 02. Preparación del terreno (nivelación, desterronado y mullido)



Fotografía 03. Dosificación de fertilizantes previo al sembrado



Fotografía 04. Siembra de dos variedades de quinua en cada unidad experimental



Fotografía 05. Colocación de cintas plásticas para el riego por goteo



Fotografía 06. Plantas de quinuas con dos a cuatro hojas verdaderas



Fotografía 07. Primer raleo y deshierbo manual



Fotografía 08. Primer aporque del cultivo



Fotografía 09. Primera evaluación de la incidencia y severidad del mildiu



Fotografía 10. Primeros síntomas del mildiu en la variedad Blanca de Junín



Fotografía 11. Primeros síntomas del mildiu en la variedad Pasankalla



Fotografía 12. Tratamientos de extractos de plantas biocidas para su aplicación



Fotografía 13. Primera aplicación de los tratamientos



Fotografía 14. Segunda evaluación de la incidencia y severidad del mildiu en Blanca de Junín.



Fotografía 15. Segunda evaluación de la incidencia y severidad del mildiu en Pasankalla



Fotografía 16. Segunda aplicación de los tratamientos



Fotografía 17. Aplicación de los tratamientos en estado de formación de panojas



Fotografía 18. Evaluación del mildiu en estado de floración



Fotografía 19. Aplicación de los tratamientos en estado de floración



Fotografía 20. Evaluación de la altura de planta a la madurez fisiológica



Fotografía 21. Cosecha manual en la variedad Pasankalla



Fotografía 22. Cosecha manual en la variedad Blanca de Junín



Fotografía 23. Secado de muestras por cada tratamiento



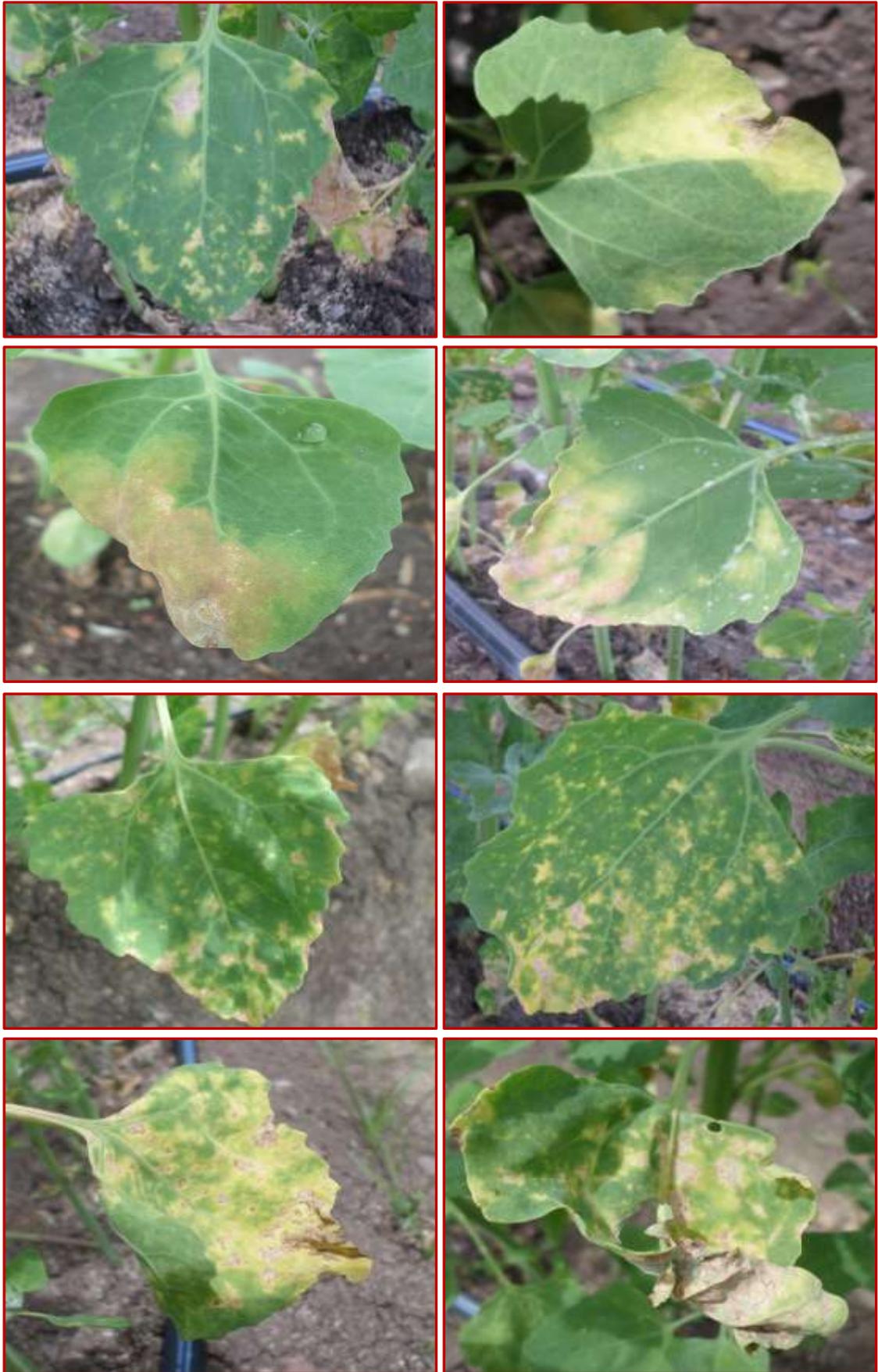
Fotografía 24. Peso de mil semillas por cada tratamiento



Fotografía 25. Peso para evaluar el rendimiento por cada tratamiento



Fotografía 26. Peso de muestras por cada tratamiento



Fotografía 27. Diferentes grados de severidad evaluadas del mildiu en hojas de quinua en la variedad Blanca de Junín, empleando la escala desarrollada por Danielsen y Ames.



Fotografía 28. Diferentes grados de severidad en plantas de quinua en la variedad Blanca de Junín.



Fotografía 29. Diferentes grados de severidad evaluadas del mildiu en hojas de quinua en la variedad Pasankalla, empleando la escala desarrollada por Danielsen y Ames.



Fotografía 30. Diferentes grados de severidad en plantas de quinua en la variedad Pasankalla.